

Aus der Chirurgischen Klinik - Unfallabteilung -
der Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken, Klinikum der Landeshauptstadt Wiesbaden,
Akademisches Lehrkrankenhaus der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

AUSHEILUNGSERGEBNISSE

von 21 suprakondylären Humerusfrakturen
des wachsenden Skelettes mit kritischer
Prüfung einer Methode zur Drehfehler-
bestimmung mittels Röntgenuntersuchung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz,
dem Fachbereich Medizin
vorgelegt

von

FRANK WILLE
aus Frankfurt/M.



Aus der Chirurgischen Klinik - Unfallabteilung -
der Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken, Klinikum der Landeshauptstadt Wiesbaden,
Akademisches Lehrkrankenhaus der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

AUSHEILUNGSERGEBNISSE

von 21 suprakondylären Humerusfrakturen
des wachsenden Skelettes mit kritischer
Prüfung einer Methode zur Drehfehler-
bestimmung mittels Röntgenuntersuchung.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz,
dem Fachbereich Medizin
vorgelegt

von

FRANK WILLE
aus Frankfurt/M.

Dekan : Professor Dr. Dr. W. K e t t e r l
 1. Gutachter: Professor Dr. F. S c h a u w e c k e r
 2. Gutachter: Privatdozent Dr. H.-D. S t r u b e

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Februar 1984



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554405_0096

1. Einleitung	1
2. Anatomie und Unfallmechanismus	2
3. Diagnostik	7
4. Behandlungsmöglichkeiten	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Konservative Methoden	9
4.3 Operative Methoden	13
4.4 Nachbehandlung	14
5. Komplikationen	15
5.1 Fehlstellungen	15
5.2 Bewegungseinschränkungen	17
5.3 Neurologische Störungen	17
5.4 Arthrose	19
5.5 Ischämische Kontraktur	19
5.6 Myositis ossificans	20
5.7 Osteomyelitis	21
6. Nachuntersuchung	21
6.1 Klinisch	21
6.2 Röntgenologisch	21
7. Eigenes Krankengut	23
7.1 Materialübersicht	23
7.2 Ergebnisse	24
8. Diskussion	42
9. Zusammenfassung	51
10. Anhang	54
11. Literaturverzeichnis	58
12. Lebenslauf	63

1. Einleitung

Neben Schlüsselbein- und Unterarmbrüchen zählt die suprakondyläre Humerusfraktur zu den häufigsten Frakturen im Kindesalter. Die Heilung von Frakturen bei Jugendlichen ist in der Regel unproblematisch. Im Gegensatz zu Schaftbrüchen, bei denen starke Achsenknickungen durch Wachstum und Anpassung ausgeglichen werden können, stellen gelenknahe Brüche eine gewisse Sonderform dar (SEEWALD). Bei der Beurteilung der Entstehung von Fehlstellungen und deren Bedeutung für die Funktion sowie die Wertigkeit von Sekundärschäden, wie z.B. die Arthrosis deformans, gehen die Meinungen einzelner Autoren auseinander (MAGERL/ZIMMERMANN, DAUM/HECKER/RÜTER/OTTO).

Komplikationen sind Achsenfehlstellungen nach suprakondylärer Humerusfraktur, meist in Form einer Variierung (BAUMANN, HOFMANN, SCHINK u.a.), irreversible Drehfehlstellungen mit später funktionellen, groben Störungen (MUTSCHER/SCHOLZ), Sekundär-Arthrosen, Volkmann'sche Kontrakturen und neurologische Störungen.

Ziel dieser Arbeit ist, im Rahmen einer Spätuntersuchung bei Patienten mit konservativ behandelter, kindlicher, suprakondylärer Humerusfraktur festzustellen, inwieweit Spätschäden, wie Achsenfehlstellung, Rotationsfehler, Sekundär-Arthrosen, neurologische und funktionelle Störungen, nach Wachstumsabschluß noch nachweisbar sind. Dazu wurden die Patienten in der Klinik röntgenologisch und klinisch nachuntersucht und die erhobenen Befunde auf einem Erhebungsbogen (siehe Seite 54) festgehalten und ausgewertet.



2. Anatomie und Unfallmechanismus

Unterarm und Oberarm bilden einen physiologischen Cubitus valgus, dessen Größe nach Geschlecht, Alter und individuell variiert. Nach SMITH liegt im Kindesalter (3 bis 11 Jahre) bei Knaben im Durchschnitt ein Winkel von 5,4 Grad - Schwankungen von 0 - 11 Grad - , bei Mädchen im Durchschnitt 6,1 Grad - Schwankungen von 0 - 12 Grad - vor.

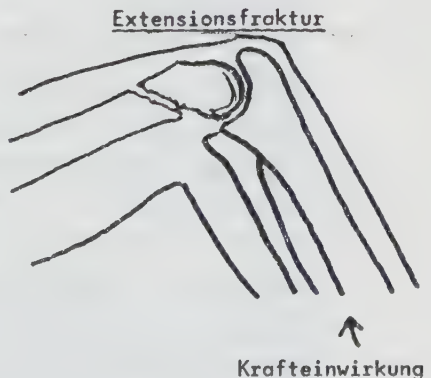
Eine Verringerung des Cubitalwinkels oder gar Variierung tritt ein durch Pronation und Beugung des Armes. Das heißt, der Cubitalwinkel muß grundsätzlich in voller Streckung und Supination des Vorderarmes gemessen werden (SIMON). Die suprakondyläre Humerusfraktur heilt häufig in Varus- oder seltener in Hypervalgusstellung aus, diese Fehlstellung stört den kosmetischen Eindruck und kann in schwereren Graden die Funktion des Gelenkes beeinträchtigen. Ein vergrößerter Valguswinkel führt zur Überdehnung des im Sulcus nervi ulnaris zwischen Condylus ulnaris und olecranon verlaufenden Nerven, wodurch gelegentlich latente, unter Umständen später manifeste Ulnarisparesen verursacht werden (MOLITOR).

Nach BLOUNT und EHALT beträgt die Häufigkeit der suprakondylären Humerusfraktur innerhalb aller Frakturen im Bereich des Ellbogengelenks etwa 60 Prozent. SANEI spricht gar von 80 bis 90 Prozent und führt dies auf die besonderen anatomischen Verhältnisse zurück. Es liegt eine dünne Corticalis vor. Die Knochendicke der Fossa olecrani beträgt nur wenige Millimeter.

Die größtenteils knorpelige Struktur des kindlichen, gelenknahen Humerus bedingt eine hohe Elastizität, so daß bei Gewalteinwirkung in Richtung der Unterarmachse das Kondylenmassiv als Ganzes verschoben wird und meist nicht an der Stelle der größten Beanspruchung - Capitulum und Trochlea - zerbricht, sondern im Bereich des kleinsten Querschnittes, also oberhalb der Kondylen (HOFMANN, TEUTSCH und SCHMIDT).

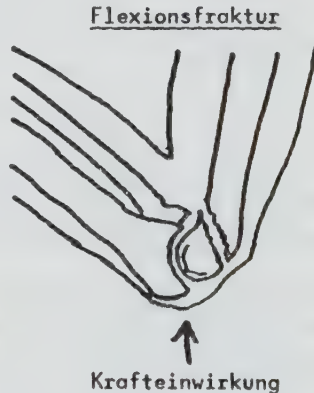
Die in der Höhenlokalisation etwas variierenden Frakturen durchsetzen proximal von der Epiphysenfuge beide Teile der Metaphyse und die dazwischen liegende Fossa olecrani, - coronoidea, - radialis (MAGERL / ZIMMERMANN). Daraus ergibt sich, daß Trümmerfrakturen in diesem Abschnitt bei Kindern wesentlich seltener sind als bei Erwachsenen (MORGER). Durch den ausgesprochen straffen Bandapparat der Kinder sind Knochenbrüche viel häufiger als Luxationen (TEUTSCH/SCHMIDT).

Die suprakondyläre Humerusfraktur wird je nach Unfallmechanismus eingeteilt in Extensions- und Flexionsfrakturen. In den meisten Fällen findet ein Sturz nach vorn auf die ausgestreckte Hand bei leicht gewinkeltem Ellbogen statt, es kommt zur Extensionsfraktur.



Durch Hyperextension des Ellbogengelenks kommt es ebenfalls zu gleichnamiger typischer Fraktur. In der Literatur wird der Extensionsfraktur ein Anteil von 90 bis 99 Prozent innerhalb der suprakondylären Humerusfrakturen zugeschrieben. Die Bruchlinie verläuft horizontal bis schräg, von distal-volar nach proximal-dorsal. Das distale Fragment ist nach dorsal und proximal nach innen oder außen verschoben, meist nach innen verdreht und gekippt.

Die Flexionsfraktur entsteht beim Sturz auf den spitzwinklig gebeugten Ellbogen, der Bruchspalt verläuft umgekehrt zur Extensionsfraktur, horizontal oder schräg von proximal-volar nach distal-dorsal (WELLER/KOSLOWSKI/RÖTZEL). Das distale Fragment ist nach volar proximal und nach ulnar oder radial verschoben. Diese Art der suprakondylären Humerusfraktur kommt in etwa 1 Prozent vor (BLOUNT/SCHULZ/CASSIDY).



Nach Ansicht von BLOUNT und EKESPARRE ist eine Unterteilung in dia-, trans- und perkondyläre Frakturen je nach Höhe der Bruchlinie meist nicht möglich, da auf der a.p.-Aufnahme der gleiche Bruch mehr transkondylär erscheint, auf der Seitenaufnahme aber eher als suprakondylär anzusehen

wäre. Der Bruchlinienabstand vom Gelenk variiert nur um wenige Millimeter.

Die Gelenkkapsel setzt dicht unterhalb der Epikondylen an, läßt diese frei und umschließt die drei Gelenkteile: *Articulatio humero-radialis*, *Articulatio humero-ulnaris* und *Articulatio radio-ulnaris-proximalis*. Die distale Humerusepiphyse liegt teilweise intracapsulär. Ebenfalls intracapsulär ist die *Fossa olecrani*, die Spitze des Olecranon und der *Processus coronoideus* zu finden. Ob der Bruchspalt der suprakondylären Fraktur grundsätzlich intra- oder extracapsulär verläuft, ist umstritten. Nach MORGER liegt er praktisch immer extracapsulär, nach SEEWALD und SIMON auf der Volarseite intra-, auf der Dorsalseite extracapsulär.

Das Ellbogengelenk als Dreh-Scharniergelenk macht zweierlei Bewegungen möglich, zum einen Beugen und Strecken, zum anderen Pro- und Supination. Bei dislozierter, suprakondylärer Extensionsfraktur stellt das proximal vorspringende Bruchstück ein knöchernes Beugehindernis dar, da es mit dem *Processus coronoideus ulnae* die Flexionsbewegung sperrt (WELLER/KOSLOWSKI/RÖTZEL). Ebenso stellt die nach dorsal hervorragende Knochenkante, bedingt durch die Flexionsfraktur, eine Behinderung der Streckung dar, wenn sie mit dem Olecranon kollidiert. Ist Pro- und Supination durch eine suprakondyläre Humerusfraktur beeinträchtigt, so wird dieser Bewegungsausfall durch das Schultergelenk voll kompensiert (TEUTSCH und SCHMIDT). Will man diesen Bewegungsausfall exakt messen, muß der Ellbogen am Rumpf anliegen, um eine Mitbewegung im Humeroscapulargelenk auszuschalten. MEISSNER gibt eine Behinderung der Gelenkbewegung durch eine suprakondyläre Humerusfraktur mit 40 Prozent an.

Nerven und Gefäße im Bereich der Bruchstelle sind durch Unfall-, Repositionstrauma, Fehlstellung, überschießende Kallusbildung und unsachgemäßen Verband bedroht. Der Nervus radialis verläuft dicht am dorsalen Humerusschaft und kann so von einem nach dorsal dislozierten Fragment überdehnt oder angespießt werden. Der Nervus medianus zieht geschützt durch die mediale Bizepsfurche, dringt dann in die Tiefe der Fossa cubiti, wo er gelegentlich von der scharfen Kante des proximalen Fragmentes eingeritzt werden kann. Vom Musculus triceps umgeben gelangt der Nervus ulnaris zum Sulcus ulnaris, wo er durch seine oberflächliche Lage stark stoßgefährdet ist. Der Verlauf der Arteria brachialis in der medialen Bizepsfurche zum Locertus fibrosus, von dem sie überbrückt wird, begünstigt die Entstehung einer ischämischen Muskelnekrose und einer Volkmann'schen Kontraktur. Besonders gefährdet sind Muskelgruppen, wie die des Vorderarmes, die von einer derben Faszie umschlossen sind. Hier kann es zum Compartment-Syndrom kommen, wenn der nutritive Kreislauf im Bereich der Kapillaren und Venolen infolge einer Druckerhöhung innerhalb der Faszienloge (Ödeme, Hämatome) unterbrochen wird (WELLER/KOSLOWSKI und RÖTZEL u.a.). Infolge länger anhaltender Ischämie kommt es nicht nur zur Zerstörung von Parenchymgewebe und dessen Ersatz durch fibröses Gewebe, also einer Volkmann'schen Kontraktur, sondern es kann auch Nervengewebe zugrunde gehen, so daß zusätzlich neurogene, sensible und motorische Ausfälle entstehen (MAGERL/ZIMMERMANN).

Suprakondyläre Humerusfrakturen sind typische Brüche bei Kindern im Schulalter. Ihr Häufigkeitsgipfel ist zahlreichen Autoren nach (RIESS, BLOUNT, EHALT, MORGER, HOFMANN, MAY, SIMON u.a.) zwischen dem 6. bis 10. Lebensjahr am höchsten.

Knaben sind insgesamt häufiger betroffen als Mädchen. Meist ist der linke Arm betroffen, was von verschiedenen Autoren durch eine größere Ungeschicklichkeit erklärt wird. BAUMANN und JAHNA diskutieren als Ursache die Rechtshändigkeit und den Überwiegenden Gebrauch des linken Armes bei Abwehr. Die Relation der links- und rechtsseitigen Brüche ist nach TEUTSCH und SCHMIDT im Verhältnis 2 : 1.

3. Diagnostik

Der Patient muß sowohl klinisch als auch röntgenologisch untersucht werden. Die klinische Untersuchung ist wichtig zur Erkennung von Weichteil- oder Nervenverletzungen und Durchblutungsstörungen. Die Inspektion wird immer im Seitenvergleich durchgeführt, dies erleichtert die Beurteilung von Schwellung, Ödem, Hämatom oder Verfärbung der Haut. Grübchenförmige Einziehung der Haut in der Fossa cubiti deutet auf eine Anspießung der Weichteile durch das proximale Fragment hin (SIMON), eine bei gebeugtem Arm sichtbare Vorwölbung neben dem Olecranon auf einen intraarteriellen Erguß.

Eine neurologische Prüfung muß vor jeder Behandlung stattfinden, um unfallbedingte Paresen von repositionsbedingten unterscheiden zu können. Zur Prüfung des Nervus medianus läßt man das Kind die Finger beugen und streckt dann dessen Zeigefinger passiv im Mittelgelenk. Beugt es daraufhin das Endglied, ist dieser Nerv intakt. Eine Läsion des Nervus ulnaris läßt sich ausschließen, wenn die Spreiz-Schließ-Beweglichkeit erhalten ist. Bei Streckfähigkeit ist eine Störung des Nervus radialis nicht möglich (MORGER).

Kontrolle und Überwachung der Durchblutung sind von größter Bedeutung. Als erstes Symptom läßt sich der Radialispuls nur schwach oder gar nicht tasten (BLOUNT, BÖHLER, EHALT), nach einiger Zeit treten dann Spannungsblasen am Unterarm, Zyanose und Kälte der Hand auf. Ein wichtiger Hinweis auf eine drohende ischämische Kontraktur kann häufig der ischämische Schmerz, gelegentlich auch motorische und sensible Ausfallserscheinungen an den Fingern, sein (MORGER, BLOUNT). Krepitation und abnorme Beweglichkeit sollten nicht geprüft werden, weil diese Untersuchungen eingreifend und unnötig sind, da Röntgenbilder in 2 Ebenen eine klare Diagnose ermöglichen (BAUMANN).

Die zur Röntgenaufnahme exakte Haltung des Armes ist wegen starker Schmerzen im Arm des Kindes meist nicht möglich und daher in Lokalanästhesie vorzunehmen (EHALT). Zur Beurteilung der Aufnahmen ist eine genaue Kenntnis der Knochenkernentwicklung erforderlich, damit nicht Wachstums- mit Frakturlinien verwechselt werden. Der Seitenvergleich zum gesunden Ellbogen ist auch hier angebracht (MORGER, BÖHLER). SCHNEIDER und HOFMANN raten zur röntgenologischen Kontrolle auch des Unterarmes zum Ausschluß eventueller Begleitverletzungen.

4. Behandlungsmöglichkeiten

4.1 Allgemeines

Bei kindlichen Frakturen wird im allgemeinen der konservativen Therapie der Vorzug gegeben. Bei suprakondylären Humerusfrakturen gehen jedoch die Meinungen auseinander. Die exakte Reposition bietet bei der suprakondylären Humerusfraktur im allgemeinen weniger Schwierigkeiten, als die

Erhaltung der reponierten Stellung. Wegen der schmalen Frakturflächen neigen die dislozierten Brüche zum sekundären Abkippen und auf Grund des typischerweise schrägverlaufenden Frakturspaltes zum Abgleiten.

Grundsätzlich aber gilt, daß jeder Operation wenigstens ein konservativer Behandlungsversuch vorausgehen sollte (KÜNZLI). Die streng konservative Richtung (BLOUNT, MORGER, WUSTMANN u.a.) wiederholt, wenn nötig, das Repositionsmanöver bis zu 3 x, ehe sie sich zur Metallosteosynthese entschließt. Andere dagegen bevorzugen schon primär oder nach einmaligen Repositionsversuchen die perkutane Spickdrahtung, weil sie diese schonendste Form der Metallosteosynthese für weniger eingreifend halten, als mehrere Repositionsversuche (BÖHLER, WELLER/KOSLOWSKI/RÖTZEL u.a.).

Die manuelle Reposition wird meistens in Allgemeinnarkose durchgeführt (EHALT, MORGER, SIMON u.a.). Alle dislozierten, suprakondylären, kindlichen Brüche sollen mindestens 5 Tage nach der Behandlung noch stationär überwacht werden, da die Schwellung meist bis zu dieser Zeit anhält und damit die Gefahr der Durchblutungsstörung besteht (EHALT, HAGEN).

4.2 Konservative Methoden

Zur Behandlung dislozierter Knochenbrüche - gleich welcher Lokalisation - empfiehlt BÖHLER vier Grundsätze: frühstmögliche Reposition; Überwachung der Durchblutung; absolute Ruhigstellung bis zur Konsolidierung; frühzeitige Bewegung aller nicht-fixierten Gelenke zur Vermeidung von Muskelatrophie und Gelenkversteifung. Die Beseitigung von Durch-

blutungsstörung erfolgt bei zahlreichen Autoren durch die sofortige Einrichtung der Bruchstücke und ist die wichtigste Sofortmaßnahme bei ersten Anzeichen einer Durchblutungsbehinderung.

Frakturen ohne oder mit nur geringgradiger Dislokation, fehlender oder geringer Schwellung werden nach BLOUNT mit Cuff-and-Collar für 3 Wochen ruhiggestellt (siehe Abbildung). Bei derartig

aufgehängtem Unterarm kommt es durch das Eigengewicht des Oberarmes zu einem Biegemoment im Frakturbereich, dem das intakte, dorsale Periost (MAGERL/ZIMMERMANN) und die gestreckte, breite Trizepssehne (SCHWEIZER) entgegenwirkt. Der Schlingenverband kann also nur zur Anwendung kommen, wenn keine Nervenschäden nachgewiesen werden und das Frakturhämatom so gering ist, daß bei der erforderlichen starken Beugung

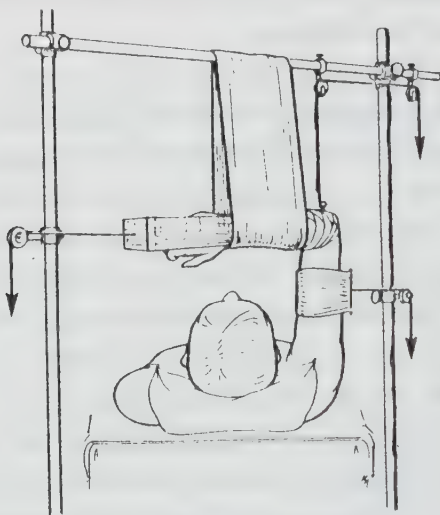


im Ellbogengelenk die Gefäße nicht gedrosselt und Nerven nicht gequetscht werden. Die Behandlung erfolgt ambulant mit Röntgenkontrollen nach einer Woche und nach Abschluß der Behandlung. Die Vorteile dieser Behandlung liegen laut HUETLIN, der auch dislozierte Brüche erfolgreich im Schlingenverband fixiert, in der einfachen Handhabung, guten Kontrolle von Durchblutung und Innervation, sofortigen Schmerzfreiheit und freien Beweglichkeit aller übrigen

Gelenke, leichten Regulierbarkeit des Verbandes, z.B. bei starker Schwellung, das Abgleiten der Fraktur sei fast nicht mehr möglich und auf Grund der ambulanten oder nur kurzen, stationären Behandlung resultiere eine rasche Schulfähigkeit.

Stark dislozierte Brüche erfordern entweder die manuelle Reposition oder Extension; meist werden beide, letztere zur Fixation in reponierter Stellung, angewandt. Bei der geschlossenen Reposition wird zunächst das proximale Fragment durch kräftigen Längszug in Supinationsstellung aus dem Musculus brachialis herausgezogen. Das Ellbogengelenk soll dabei ca. 30 Grad gebeugt sein, um eine Verletzung von Nerven und Gefäßen, die über das proximale Fragment gespannt sind, zu vermeiden (WATSON-JONES). Anschließend wird das Ellbogengelenk unter erhaltenem Längszug weiter gestreckt (nicht überstreckt), um das dorsale Periost zu entlasten. Als nächstes werden eventuelle Varus-, Valgus- oder Rotationsfehlstellungen korrigiert. Nun wird mit dem Daumen das proximale Fragment nach hinten gedrückt und mit dem anderen Finger das distale Fragment nach vorne geschoben. Besonders in dieser Phase der Reposition müssen die Fragmente unter Zug stehen. Jetzt wird das Ellbogengelenk unter Festhalten der reponierten Fragmente spitzwinklig gebeugt und anschließend das Repositionsergebnis röntgenologisch kontrolliert (MAGERL/ZIMMERMANN). Während des Repositionsmanövers wird schonendes Vorgehen wegen der Epiphysenfuge (WELLER/KOSŁOWSKI/RÖTZEL) und eine ideale Reposition gefordert (LANGE).

Für Frakturen, die gut reponierbar, aber instabil
sind oder erhebliche Schwellungen aufweisen, eignet
sich die vertikale 3-Punkt-Extension nach BAUMANN
(siehe Abbildung).



Der Extensionszug wirkt über das Olecranon, strapa-
ziert somit nicht die Haut, und die Einstellung der
Fragmente ist gut kontrollierbar. Der Vorderarm wird,
an eine Gipslonguette geschient, über eine Rolle ge-
halten. Das proximale Oberarmfragment wird mit einer
Schaumstoffmanschette ebenfalls über eine Rolle leicht
nach dorsal extendiert. Der Arm nimmt also eine recht-
winklige Stellung ein. Der Unterarm ist entsprechend
der Rotation im Schultergelenk kaudo-cranial einge-
stellt. Der Daumen zeigt zum Gesicht. Die Dauer der
Extension beträgt 14 - 18 Tage, anschließend muß für
2 - 3 Wochen ein Oberarm-Gipsverband angelegt werden
(MAGERL/ZIMMERMANN).

Die Behandlungsergebnisse der Extensionsmethode sind gut, bringen aber auch den Nachteil mit sich, daß die kleinen Patienten für 2 - 3 Wochen in recht ungemütlicher Stellung ans Bett gefesselt sind und außerdem ein erheblicher, pflegerischer Aufwand vonnöten ist (NOODT).

4.3 Operative Methoden

Bei den operativen Methoden steht die Spickdrahtung mit zwei gekreuzten Kirschner-Drähten im Vordergrund. Indikation für die operative Behandlung sind nach MAGERL und ZIMMERMANN Verletzungen der Arteria brachialis, fehlender Radialis puls nach geschlossener Reposition, Beginn einer Volkmann'schen Ischämie, primäre Nervenlähmung, offene Fraktur, große Frakturhämatome, starke Schwellung der Cubita, unbefriedigend reponierbare Frakturen nach konservativer Behandlung. Die operativen Eingriffe finden in Allgemeinnarkose statt. Bei der blutigen Reposition werden, wenn nötig, Blutungen gestillt, Frakturtrümmer entfernt und Hämatome ausgeräumt. Gefäße und Nervenstämme werden erforderlichenfalls sorgfältig freigelegt und auf Thrombosierungen bzw. Quetschungen untersucht, während der Reposition werden diese geschützt und anschließend wieder rückverlegt.

Die operative Behandlung mit zwei gekreuzten Kirschner-Drähten ist pflegerisch weniger aufwendig als die Extensionsmethode. Bei der perkutanen Methode wird die Fraktur unter Bildwandlerkontrolle schonend reponiert und anschließend perkutan mit zwei gekreuzten Kirschner-Drähten, die die Epiphysenfuge möglichst

senkrecht kreuzen, versorgt. Die exakte Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse, d.h. Ausschluß von Achsen- bzw. Drehfehlern, sollte angestrebt werden. Die Insertion beider Kirschner-Drähte erfolgt meist von medial/lateral von den Epikondylen ausgehend kreuzweise in den Humerusschaft, wobei die gegenüberliegende Corticalis knapp durchbohrt wird. Hierbei muß besonders auf den Verlauf des Nervus ulnaris geachtet werden. Eine Abknickung der Drahtenden und subkutane Versenkung dieser ist möglich. Ein daraus resultierendes, allerdings geringes Infektionsrisiko wird diskutiert. MAGERL und ZIMMERMANN halten postoperativ eine Ruhigstellung in gespaltenem und gepolstertem Oberarm-Gipsverband für 4 - 6 Wochen erforderlich. Bis zum Abklingen der Schwellung muß der Arm hochgelagert werden, auch die Durchblutung und Motorik sollte streng überwacht werden. Schließlich werden Gips- und Kirschner-Drähte entfernt und die Fraktur freigegeben.

Für die suprakondylären Flexionsfrakturen empfiehlt WATSON-JONES folgendes Vorgehen: Reposition und Retention bei vollständig gestrecktem Ellbogengelenk. Ist keine ausreichende, stabile Fragmentstellung bei rechtwinklig gebeugtem Ellbogengelenk in Oberarm-Gips zu erreichen, wird eine Spickdrahtung in gleicher Weise wie bei den Extensionsfrakturen vorgenommen.

4.4 Nachbehandlung

Nach Abnahme des Gipsverbandes, also nach der knöchernen Konsolidierung, ist das Ellbogengelenk in seiner Beweglichkeit meist stark eingeschränkt. Trotzdem sollte das Kind von nun an sich selbst überlassen werden (BÖHLER, BLOUNT, MORGER, EHALT, MAGERL/ZIMMERMANN und viele andere), da

sich die Beweglichkeit von selbst wieder normalisiert, sobald das Kind seine Krankheit vergißt und den Arm unbewußt normal gebraucht. Der Schmerz ist der beste Gradmesser für die Grenze der erlaubten Bewegungsexkursion (MORGER), d.h. jeder Versuch einer schnelleren Wiederherstellung der Funktion bewirkt meist das Gegenteil, da das Kind Beschwerden bekommt und sich somit reflektorisch verkrampft. Die passive Nachbehandlung jeglicher Art, sei es nun Massage oder passive Bewegungsübungen, ist kontraindiziert (BULLE, SEEWALD, HENNINGSSEN).

5. Komplikationen

5.1 Fehlstellungen

Die häufigste Fehlstellung bei suprakondylären Humerusfrakturen ist die Varusdeformität. Sie wird in der Literatur mit einer Häufigkeit von 9 bis 57 % angegeben (HIRTH/ VOGEL/ REICHMANN). Als Voraussetzung für die Varuskipfung des distalen Fragmentes bei Querfrakturen wird die Drehverschiebung angesehen, welche in der Regel als Innenrotation auftritt (MUTSCHER/SCHOLZ, MAGERL/ ZIMMERMANN). Während nach Meinung einiger Autoren (BULLE, FELSENREICH, SCHNEIDER/HOFMANN) eine gewisse Korrekturfähigkeit der Fehlstellung während des Wachstums durch das kindliche Skelett besteht, wird diese Möglichkeit von anderen Autoren (BAUMANN, MUTSCHER/SCHOLZ, SEEWALD) wiederum strikt verneint.

Auch aus einer sekundären Wachstumsstörung kann sich jedoch eine solche Fehlstellung entwickeln, z.B. für einen posttraumatischen Cubitus varus durch radiale Stimulationen der distalen Humerusfuge (BLOUNT, HOFMANN, ZIMMERMANN) oder eine ulnare, passagere Hemmung (BAUMANN, HÖLLWARTH,

MAGERL, ZIMMERMANN). Einer Varisierung des Ellbogen-gelenkes oder dem selteneren Hypervalgus kommt in der Regel lediglich eine kosmetische bzw. soziale Bedeutung zu (VON LAER, MAGERL/ZIMMERMANN u.a.). Nur bei stärkeren Ausmaßen können Bewegungseinschränkungen hinzukommen (MAGERL/ZIMMERMANN, VIERNSTEIN). DAUM, HECKER, RÜTER und OTTO erwarten jedoch trotz guter Funktion zu einem späteren Zeitpunkt eine früher einsetzende und verstärkt auftretende Arthrosis deformans. SCHOLZ und MUTSCHER weisen auf eine physiologische Asymmetrie des Cubitalwinkels zwischen rechts und links von einigen Graden hin, was jedoch unbedeutend sei.

Kosmetisch stark auffällige Achsenfehlstellungen sind ebenso eine Indikation für die Korrekturosteotomie, wie Fehlstellungen mit ossär bedingten Funktionsstörungen bei Streckung und Beugung. Diese sollten wegen der geringeren Komplikationsmöglichkeiten beim Jugendlichen wie beim Erwachsenen vor Abschluß des Wachstums durchgeführt werden (MAGERL/ZIMMERMANN).

Sogenannte Rotationsfehler lassen sich röntgenologisch hauptsächlich an einer vorstehenden Ecke (Nase) des proximalen Fragmentes erkennen, welche später jedoch durch An- und Abbau des Knochens ausgeglichen wird und dann meist nicht mehr erkennbar ist. Klinisch nachweisbar ist nur ein ausgeprägter Rotationsfehler, der sich durch eine Einschränkung der Oberarmrotation im Schultergelenk im Vergleich zur gesunden Seite bemerkbar macht (MAGERL/ZIMMERMANN). Eine weitere röntgenologische Möglichkeit zur Feststellung von Drehfehlern nach abgeschlossener, ossärer Konsolidierung bietet nach KOLLATH

eine Spezialaufnahme mit Hilfe eines Rippstein-Gerätes (siehe 6.2 Nachuntersuchung röntgenologisch).

5.2 Bewegungseinschränkungen

Die Beuge- bzw. Streckbeweglichkeit ist nach Ende der Ruhigstellung des Ellbogengelenks für die nächsten Wochen bzw. Monate mehr oder weniger eingeschränkt, hinzukommen Verletzungen seitens des Bandapparates beim Unfall (MORGER) oder eine Einschränkung auf Grund eines knöchernen Beugehindernisses. Pro- und Supination sind dagegen fast in allen Fällen frei oder können im Schultergelenk kompensiert werden (TEUTSCH und SCHMIDT). Bis zur vollständigen Rehabilitation vergeht bei einigen Patienten mehr als 1 Jahr. Liegt ein in der Ellbeuge vorspringender Knochensporn vor, der zusammen mit dem Processus coronoideus ulnae die Beugebeweglichkeit sperrt, so verschwindet dieses Hindernis meist nach mehreren Jahren dadurch, daß es langsam abgebaut wird (EHALT, WENSE, SIMON, WELLER/KOSLOWSKI/RÖTZEL, VIERNSTEIN/JANTZEN, HOFMANN). Außerdem rückt es beim Längenwachstum des Humerus immer weiter vom Gelenk weg (SIMON). Häufig ist auch die Fossa olecrani abgeflacht, durch Kallus- oder Narbengewebe, so daß es zu einer Streckhemmung kommt, da das Olecranon nicht tief genug in seine Grube eindringen kann (VIERNSTEIN/JANTZEN).

5.3 Neurologische Störungen

Die neurologischen Störungen gehören zu den häufigsten Komplikationen bei der suprakondylären Humerusfraktur (MAGERL/ZIMMERMANN). Meist liegen Schädigungen des Nervus radialis vor, gefolgt von Medianusläsionen und kombinierten Lähmungen. Ulnarisparesen werden am seltensten beobachtet (HÖRDEGEN u.a.). Generell werden Lähmungen bei suprakondy-

lären Humerusfrakturen in der Literatur als harmlos angesehen, da fast in jedem Fall eine spontane Rückbildung eintritt, deshalb wartet man in der Regel mit der operativen Freilegung des Nerven ab (BÖHLER, BLOUNT, BAUMANN u.a.). Primäre Paresen werden nicht immer sofort erkannt, da durch die schmerzhafte Bewegungseinschränkung im Ellbogengelenk und den Wundschmerz auf die Funktion des Handgelenkes und der Finger nicht mehr geachtet wird, oder die Schonhaltung im Ellbogen auf die Hand übertragen wird (HÖRDEGEN). Entstehen tut diese Lähmung meist durch Zug oder Druck eines der Fragmente (BÖHLER, WATSON-JONES, BAUMANN). Klinisch lassen sich leichte Schäden von schwereren Schäden nicht unterscheiden (WATSON-JONES). HÖRDEGEN wies den direkten Zusammenhang zwischen der Schwere der Nervenläsion und der Zeitdauer der Ausheilung der Verletzung nach.

Wird der Nerv erst durch das Repositionsmanöver eingeklemmt oder zerrissen, was als Totalausfall erst sekundär nach der Einrichtung in Erscheinung tritt, so dürfen operative Freilegung bzw. Nervennaht nach EHALT und EKESPARRE nicht hinausgezögert werden. Treten Nervenläsionen erst nach Monaten bzw. Jahren nach dem Unfall auf, handelt es sich meist um eine Nervenkompression durch Knochenneubildung im Bruchspalt oder Exostosen. Manchmal beantwortet das Gewebe diesen ständigen Reiz mit einer Neuombildung (BAUMANN). Eine Hypervalgusstellung ruft nur selten eine Ulnarisläsion (Mouchet'sche Lähmung) hervor, die durch dauernde Überdehnung des Nerven beim Nachlassen seiner Elastizität erstmals in Erscheinung tritt (WELLER/KOSLOWSKI/RÖTZEL).

5.4 Arthrose

Berichte über orthrotische Veränderungen im Ellbogen-gelenk nach suprakondylären Frakturen bei Kindern liegen bisher nicht vor. Nach DAUM, HECKER, RÜTER und OTTO ist jedoch unter Umständen zu einem späteren Zeitpunkt eine frühe oder verstärkt auftretende Arthrosis deformans zu erwarten.

5.5 Ischämische Kontraktur

Ischämische Muskelnekrose und Volkmann'sche Kontraktur werden durch sorgfältige Reposition und gewissenhafte Überwachung der Zirkulation innerhalb der ersten Tage in den letzten Jahren nur noch ausgesprochen selten beobachtet. Trotzdem bleiben die Volkmann'sche Kontrak-tur und die ischämische Muskelnekrose wegen ihrer Folgen-schwere noch immer eine gefürchtete Komplikation. Als Ursache für ihre Entstehung werden schnürende Verbände (BÖHLER, EHALT, REHBEIN/HOFMANN) verantwortlich gemacht. Als besonders gefährdet gelten die Muskeln des Vorder-arms, die von einer derben Faszie umschlossen sind. Hier kann es infolge einer durch Druckerhöhung (Hämatom, Ödem) innerhalb der Faszienloge leicht zu einer Durchblutungs-störung kommen. Durchflußstörungen der Arteria brachialis und arterielle Spasmen im Kollateralkreislauf verursachen schon nach wenigen Stunden Nekrosen des Muskelparenchyms (MAGERL/ZIMMERMANN). Durchblutungsstörungen treten eben-falls bei Verletzungen, Kompression, Thrombosierung und Intimaverletzungen der Cubitalgefäße auf.

Bei der Volkmann'schen Kontraktur wird zugrunde gegangenes Muskelparenchym durch fibröses Gewebe ersetzt. Es kann jedoch auch Nervengewebe zugrunde gehen, und es kommt somit zu einer typischen Verkrüppelung der Hand: maximale

Beugung der Hand im Handgelenk, in den Fingermittel- und -endgelenken, Überstreckung in den Grundgelenken. Symptome einer beginnenden, ischämischen Muskelnekrose sind: Fehlender Radialispuls, Lähmungen der gesamten Handmuskulatur, Schmerzen in der Unterarmmuskulatur, livide Verfärbungen der Haut, Parästhesien. Tritt nach Beseitigung der schnürenden Verbände oder Vergrößerung des Cubitalwinkels bei spitzwinkliger Beugung des Ellbogens keine sofortige Besserung ein, so sollte exten-di-ert werden bzw. umgehend operativ interveniert werden.

5.6 Myositis ossificans

Die Symptomatik beginnt mit lokaler Muskelverhärtung, nicht selten begleitet von Temperatursteigerung. Nach 4 - 6 Wochen lassen sich röntgenologisch zarte, wolkige Kalkschatten nachweisen, die bald Knochenstruktur annehmen und im Verlauf von Monaten mit den benachbarten Skeletteilen verschmelzen können (EHALT, JESSERER). Daraus resultieren im Ellbogenbereich meist erhebliche Bewegungseinschränkungen (HENNINGSEN). Differentialdiagnostisch läßt sich eine Myositis ossificans circumscripta traumatica kaum von einem osteogenen Sarkom unterscheiden, da dieses aus einer Myositis ossificans hervorgehen kann (JESSERER). Wichtigste Prophylaxe stellt hier nach allgemeiner Auffassung (BÖHLER, MORGER, BLOUNT u.a.) das Unterlassen jeder passiven Nachbehandlung dar. Auch die Myositis ossificans ist eine ausgesprochen seltene Komplikation, die nahezu immer den Musculus brachialis betrifft.

5.7 Osteomyelitis

Auftreten kann die Osteomyelitis nach offenen Knochenbrüchen oder iatrogener Keimeinschleppung. Da der tote Knochen bei Kindern schneller als beim Erwachsenen revaskularisiert bzw. resorbiert wird, kommt es nur in Ausnahmefällen zu Sequestration (BLOUNT).

6. Nachuntersuchung

6.1 Klinisch

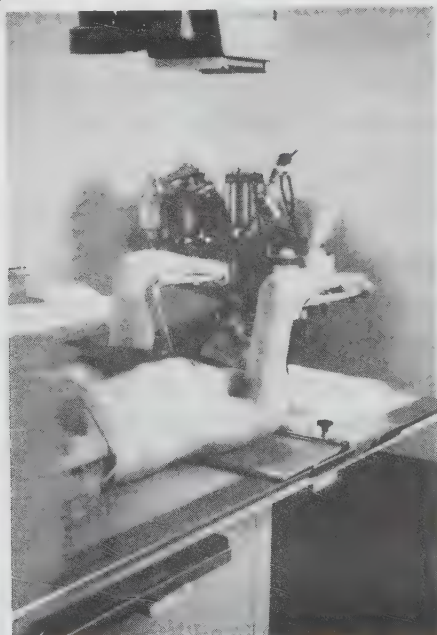
Die Beweglichkeit der oberen Extremitäten sowie deren Umfangmaße und die Armlänge wurden nach den Angaben des Maßblattes für obere Gliedmaßen (nach der Neutral - Null-Methode) ausgemessen. Hinzu kam eine neurologische Untersuchung zum Ausschluß sensibler Störungen im Bereich des Nervus radialis, - ulnaris und - medianus.

6.2 Röntgenologisch

Zur Beurteilung von Fehlstellungen und eventuellen Gelenkarthrosen nach suprakondylärer Humerusfraktur wurden bei jedem Patienten eine seitliche Aufnahme in Supinationsstellung des Unterarmes, wobei Ober- und Unterarm einen Winkel von 90 Grad bilden, und eine a.p.-Aufnahme bei vollständig gestrecktem Ellbogengelenk angefertigt. Zum Vergleich wurde ebenfalls eine entsprechende Seit- und a.p.-Aufnahme der gesunden Gegenseite vorgenommen.

Um eventuelle Rotationsfehler ausmessen zu können, wurde von jedem Patienten zusätzlich eine Spezialaufnahme mit Hilfe des Rippsteingerätes angelegt. Nach KOLLATH ist bei dieser Aufnahmetechnik besonders darauf zu achten, daß die beiden Oberarme parallel zueinander stehen, da sonst eine

Beurteilung des Sulcus der Bizepssehne nicht möglich ist. Voraussetzung für die Durchführung dieser Aufnahmetechnik ist die parallel supinierte Lage der Unterarme auf dem Rippsteingerät.



Bei dieser Aufnahmetechnik sollen die Ellbogengelenkquerachsen durch die Humerusrolle parallel zum oberen Bildrand verlaufen. Ein Drehfehler zeigt sich dann durch eine Vergrößerung oder Verkleinerung eines Winkels $\angle$, der vom Tuberculum minus bzw. vom Sulcus der Bizepssehne durch den Mittelpunkt des Humeruskopfes und einer konstruierten Nulllinie gebildet wird. Die Differenz der Winkel beider Seiten soll den Grad der Torsion angeben (siehe auch 7.2 Ergebnisse).

7. Eigenes Krankengut

7.1 Materialübersicht

Es wurden ausschließlich konservativ behandelte Patienten, bei denen das Skelettwachstum zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits abgeschlossen war, nachuntersucht. Im Zeitraum von 1960 bis 1970 erfüllten 57 Patienten mit suprakondylärer Humerusfraktur diese Voraussetzung. Von diesen 57 Patienten konnten schließlich nach wiederholter schriftlicher Aufforderung 21 Patienten in unserer Klinik nachuntersucht werden. Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt des Unfalls zwischen 2 und 12 Jahren. Da das Unfallgeschehen bereits bis zu 20 Jahren zurücklag, konnte auch ein Teil der Patienten trotz Bemühung verschiedener Einwohnermeldeämter wegen Wohnsitzwechsel oder Namenswechsel nach Heirat nicht mehr ausfindig gemacht werden.

Aus den Krankenblättern wurden Daten über den Unfallhergang, Aufnahmebefund, Nebenverletzung, Therapie, Dauer der Behandlung und Verlauf herausgezogen und zusammen mit dem Nachuntersuchungsergebnis auf einen Fragebogen (siehe Anhang) übertragen.

Bei der Nachuntersuchung wurden die Patienten nach ihren jetzigen Beschwerden befragt. Es wurde eruiert, ob ihr Arbeitsarm eventuell nach der Fraktur auf Grund irgendwelcher Beschwerden oder Behinderungen gewechselt werden mußte. Dies war jedoch bei keinem der Patienten der Fall. Bei der äußerlichen Befunderhebung wurde auf eine Verkürzung des Armes und eine seitenvergleichende Achsenstellung der Ellbogengelenke geachtet. Weiterhin prüften wir die Beweglichkeit der Schultergelenke,

Ellbogen- und Handgelenke nach der Neutral-Null-Methode.

Um eine Schwäche des verletzten Armes zu objektivieren, wurden Ober- und Unterarm, Handgelenk und Mittelhand im Seitenvergleich bei hängendem Arm gemessen. Nach Sensibilitätsstörungen wurde im Radius-, Medianus- und Ulnaris-Bereich gefahndet. Am Ende der klinischen Untersuchung fertigten wir jeweils Röntgenaufnahmen beider Ellbogengelenke in 2 Ebenen zur Ausmessung des Cubitalwinkels und eine Spezialaufnahme nach KOLLATH zur Ermittlung von Drehfehlern an.

7.2 Ergebnisse

Tab. 1 Altersverteilung zum Zeitpunkt des Unfalls

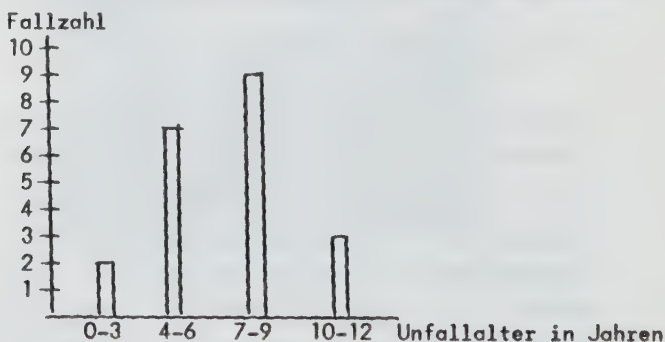


Tabelle 1 gibt die Altersverteilung wieder:

2 Kinder zogen sich die Fraktur im Alter von 0 - 3 Jahren zu, in den Altersstufen von 4-bis 6-, von 7- bis 9-jährigen nahm die Frakturhäufigkeit stark zu und fiel dann in der Altersgruppe der 10- bis 12-jährigen wieder deutlich ab. Am häufigsten betroffen waren 7- bis 8-jährige Kinder.

Betroffen von der suprakondylären Humerusfraktur waren insgesamt 12 Knaben und 9 Mädchen.

Tab. 2 Rechts-Linksverteilung der Brüche

Unfallokalisierung	links	rechts	Σ
Fallzahl	8	13	21
%	38	62	100

Tabelle 2 gibt die Seitenlokalisation der Fraktur wieder.

Bei dem Klientel, das der Aufforderung einer Nachuntersuchung Folge leistete, war der rechte Arm um 24 % häufiger betroffen als der linke. Generell wird bei allen Arbeiten über ellbogennahe Frakturen eine etwa doppelt so hohe Frakturhäufigkeit des linken Armes beschrieben. Daß zu dieser späten Nachuntersuchung jedoch wesentlich mehr Patienten mit einem rechtsseitigen Bruch antraten, läßt sich eventuell dadurch erklären, daß der Rechtshänder seinem rechten Arm doch wesentlich mehr Bedeutung beimißt als dem linken.

Tab. 3 Unfallursache

	Spiel	Sport	Verkehr	Sonstiges	Σ
Fallzahl	11	3	2	5	21
%	52	14	10	24	100

Tabelle 3 gibt die Unfallursache wieder.

Bei den Kindern waren Spielunfälle am häufigsten. Weitaus seltener traten Sport- und Verkehrsunfälle als Ursache auf.

Aufnahmebefund klinisch

Insgesamt wurden 19 Frakturen mit intakter Haut und 2 offene Brüche 1. Grades behandelt. Bei 8 Patienten wurde ein Ödem der abhängigen Partien beschrieben. Neurologische

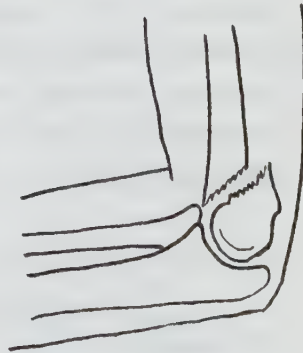
Ausfälle oder Durchblutungsstörungen wurden bei keinem der Patienten registriert.

Aufnahmebefund röntgenologisch

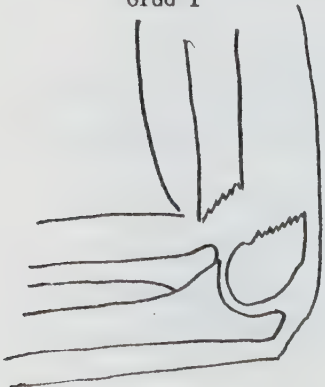
Unterteilt wurden die Brüche in 4 Gruppen. Zur 1. Gruppe wurden solche suprakondylären Frakturen gezählt, die keine Dislokation aufwiesen, Brüche 1. Grades. Die 2. Gruppe beinhaltet alle Extensionsfrakturen mit Dislokation bis Knochenschaftbreite, Brüche 2. Grades. Bei einer Verschiebung um mehr als Schaftbreite wurden die Brüche der 3. Gruppe, den Brüchen 3. Grades, zugeteilt. In der 4. Gruppe befanden sich die Flexionsfrakturen.



Extensionsfraktur ohne
Dislokation
Grad 1



Extensionsfraktur
Grad 2



Tab. 4 Anzahl der einzelnen Frakturtypen

	Extensionsfraktur			Flexionsfraktur	Σ
	1.°es	2.°es	3.°es		
Fallzahl	2	10	7	2	21
%	10	50	30	10	100

Tabelle 4 gibt die Typeneinteilung der Frakturen (röntgenologisch) wieder.

Die größte Gruppe wurde von den Extensionsfrakturen gebildet. Selten waren im Verhältnis zur Gesamtzahl die Flexionsfrakturen.

Knöcherne Nebenverletzungen im Bereich des Ellbogens konnten bei keinem der Patienten beobachtet werden. Als Begleitverletzung traten einmal eine Commotio cerebri und eine Mittelfußfraktur auf.

Therapie und Verlauf

Bei 20 Patienten wurde mit der Behandlung innerhalb der ersten 24 Stunden begonnen. Nur 1 Patient mit nur geringer Verschiebung des distalen Fragmentes nach dorsal kam erst 2 Tage nach dem Unfall in Behandlung. Welche Behandlungsmethoden bei den unterschiedlich dislozierten Brüchen ergriffen wurden, geht aus Tabelle 5 hervor.

Tab. 5 Art der Behandlung

	Extensionsfraktur			Flexionsfraktur	Σ
	1. ^o es	2. ^o es	3. ^o es		
Gipsfixation	2	9	3	0	14
Extension	0	1	4	2	7

Bei unkomplizierten Brüchen mit nur geringer Dislokation und solchen, die nach Reposition nicht zu einer sekundären Verschiebung der Fragmente neigen, erfolgte die Fixierung der Fraktur im Gipsverband.

Komplikationen

Bei den 21 nachuntersuchten Patienten mußte in 5 Fällen nachreponiert werden. Eine Nachreposition war jedoch bei allen Patienten nur einmal nötig. Bei den 5 nachreponierten Brüchen handelt es sich um 2 Flexionsfrakturen, die in Extension behandelt wurden, 1 Extensionsfraktur 2. Grades und 2 Extensionsfrakturen 3. Grades, die jeweils im Gipsverband ruhiggestellt wurden.

Wundkomplikationen, Durchblutungsstörungen, ein starkes Ödem oder eine Volkmann'sche Ischämie wurden in keinem der Fälle beschrieben.

Zu einer mäßiggradigen Radialisläsion nach Einrichten der Fraktur und Aufhängung im Extensionsverband kam es in einem Falle bei einem 8-jährigen Knaben. Es handelte sich um eine steilgestellte, suprakondyläre Humerusfraktur mit Verschiebung des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach dorsal, einer Verkürzung um 2 cm bei geringgradiger Drehung des Bruchs. Bei der Nachuntersuchung, 13 Jahre und 3 Mona-

te später, gab der Patient noch immer eine gewisse Schwäche im rechten Arm an. Der betroffene Arm wies ein Mehrwachstum von 1,5 cm auf. Die Umfangmaße bei hängendem Arm ergaben im Bereich des Ober- und Unterarmes ein Defizit von je 1 cm rechts gegenüber links, obwohl es sich um einen Rechtshänder handelte. Sensibilitätsstörungen waren nicht vorhanden. Die Fraktur ist sonst ohne Bewegungseinschränkung verheilt. Cubitalwinkel rechts 3 Grad varus, Cubitalwinkel links 3 Grad valgus.

Tab. 6 Durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthaltes in Abhängigkeit von der Art des Bruches

	Extensionsfraktur			Flexionsfraktur
	1. ^o es	2. ^o es	3. ^o es	
Stat. Aufenthalt in Tagen	8,0	19,1	34,4	38,5

Im Durchschnitt wurden die Patienten mit suprakondylärer Humerusfraktur 24,2 Tage stationär behandelt. 18,7 Tage dauerte durchschnittlich die stationäre Behandlung der 14 in Gips ruhiggestellten Frakturen, 38 Tage bei den extendierten.

Nachbehandlung

An eine Nachbehandlung konnten sich 6 der 21 Patienten erinnern. 3 davon kamen zu krankengymnastischen Übungen, 2 Patienten gaben warme Armbäder an und 1 Patient erhielt über ca. 12 Wochen eine Elektrotherapie wegen einer Radialisläsion. Da die Nachbehandlung lediglich bei dem einen Patienten mit der Radialisläsion im Krankenblatt schriftlich festgehalten wurde, läßt sich keine genaue

Aussage über Art und Dauer einer Nachbehandlung bei diesem Patientengut machen.

Letzter Befund bei Abschluß der Behandlung

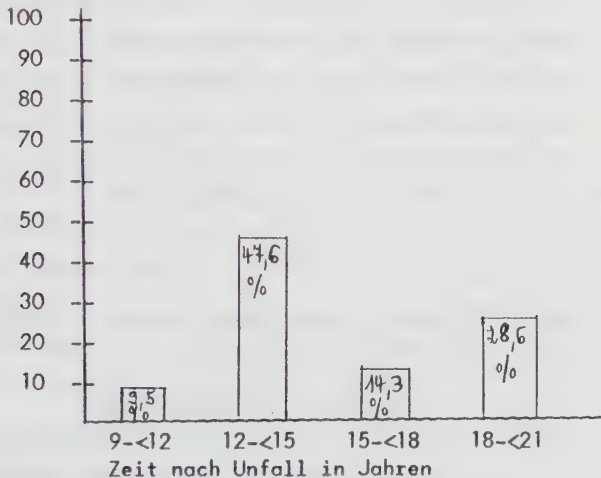
Auf Grund einer nicht immer ganz exakten Röntgenaufnahme in Seit- und a.p.-Stellung, z.B. wegen noch nicht ganz wiedererlangter Beweglichkeit im Ellbogengelenk zur Zeit der letzten Kontrollaufnahme, konnte keine verwertbare Ausmessung der Cubitalwinkel im nachhinein mehr stattfinden.

Zusammenfassend läßt sich jedoch sagen, daß eine gute bis befriedigende Fragmentstellung immer erreicht wurde. Dislokationen von mehr als Knochenbreite konnten bei keinem der Patienten auf der letzten Röntgen-Kontrollaufnahme beobachtet werden. Auffallend war lediglich eine Verplumpung des distalen Humerus nach knöcherner Konsolidierung, die bei fast allen Patienten beobachtet werden konnte. Gelegentlich war eine vorstehende Ecke des proximalen Fragmentes als Zeichen einer Verdrehung fortbestehend sichtbar.

Nach welcher Zeit die Nachuntersuchung bei den Patienten stattfand, kann aus Tabelle 7 entnommen werden. Es wurden 4 Gruppen gebildet, wobei jede Gruppe eine Zeitspanne von 3 Jahren aufweist.

Tab. 7 Zeitraum zwischen Unfall und letzter Nachuntersuchung

Anzahl der
Patienten in %



Zeitspanne zwischen Unfall und letzter Nachuntersuchung

Wie aus dem Diagramm hervorgeht, war die Gruppe, bei der der Unfall 12 - 15 Jahre zurückliegt, mit fast 50 % am stärksten. Bei fast 30 % lag der Unfall mehr als 18 Jahre zurück. 10 Jahre und 5 Monate war die kürzeste und 20 Jahre und 6 Monate die längste Zeitspanne zwischen Nachuntersuchung und Unfall.

Eine Besserung der Beweglichkeit ist zwar noch nach Jahren durch Knochenumbau (EHALT, WENSE u.a.) und -wachstum (SIMON, HOFMANN u.a.) zu erwarten. Da unsere Patienten zur Zeit der Nachuntersuchung ihr ossäres Wachstum bereits abgeschlossen hatten und das Trauma mindestens 10 Jahre zurücklag, kann das Ergebnis unserer Untersuchung als endgültig angesehen werden.

Um eine objektive Aussage über die Schwäche bzw. Muskelatrophie des verletzten Armes machen zu können, wurden vergleichend die Umfangmaße beider Arme genommen. Zuvor wurde der Patient befragt, ob er Rechts- oder Linkshänder sei und ob dies nach dem Unfall gewechselt habe. Wenn man davon ausgeht, daß die Muskulatur des Arbeitsarmes um 1 - 2 cm ausgeprägter ist als die des Gegenarmes, objektiviert ein Minus von mehr als 2 cm eine Schwäche im betroffenen Arm.

Tab. 8 Schwäche subjektiv und objektiv in Abhängigkeit von der Art des Bruches

	Schwäche subjektiv		Schwäche obj. Oberarm-Diff.		Unterarm-Diff.	
	ja	nein	< 2 cm	> 2 cm	< 2 cm	> 2 cm
Extensionsfraktur 1. ^o es, Fallzahl 2	1	1	2	0	2	0
Extensionsfraktur 2. ^o es, Fallzahl 10	4	6	9	1	10	0
Extensionsfraktur 3. ^o es, Fallzahl 7	4	3	5	2	6	1
Flexionsfraktur, Fallzahl 2	0	2	2	0	2	0
Gesamt 21	9	12	18	3	20	1
%	43	57	86	14	95	5

Schwäche subjektiv und objektiv in Abhängigkeit von der Art des Bruches

In fast 50 % der Fälle wurde eine Schwäche des verletzten Armes angegeben. Ein wirkliches Umfangsdefizit von mehr als 2 cm lag jedoch nur zweimal am Oberarm und einmal am Unterarm bei Extensionsfrakturen 3. Grades vor, einmal bei Extensionsfraktur 2. Grades am Oberarm.

Eine Verkürzung des traumatisierten Armes wurde zweimal festgestellt (eine Extensionsfraktur 2. Grades minus 1 cm; eine Extensionsfraktur 3. Grades minus 2 cm). In 7 Fällen kam es zu einem überschießenden Knochenwachstum nach Frakturen 3. Grades, davon einmal nach Flexionsfraktur. Das Mehrwachstum lag zwischen 0,5 bis 2 cm. Im Durchschnitt waren es 1,4 cm. Ein überschießendes Längenwachstum zeigte sich nur bei Patienten mit Frakturen 3. Grades, also großer Dislokation. Ein Zusammenhang mit dem Unfallalter oder der Art der Behandlung konnte in der untersuchten Gruppe nicht erbracht werden.

Zwischen Unfallalter und dem Endergebnis ist eine Abhängigkeit zu vermuten, da die Reparationsvorgänge nach BLOUNT entscheidend vom Alter des Kindes abhängen. Bei unserem relativ kleinen Patientengut konnte ein solcher Zusammenhang nicht nachgewiesen werden.

Beurteilung des Behandlungsergebnisses nach MORGER

Ideal: Keine Unterschiede zwischen rechts und links.
Restitutio ad integrum;

Gut: Varus oder valgus bis 10 Grad, Bewegungseinschränkung bis zu 10 Grad, Rö.-Kontrolle: geringgradige Deformierung im Kondylenbereich;

Genügend: Varus oder valgus bis zu 15 Grad, Bewegungseinschränkung bis zu 15 Grad, funktionell praktisch ohne Ausfall;

Ungenügend: Varus oder valgus über 15 Grad, Bewegungseinschränkung ebenso, funktionell deutlicher Ausfall.

Tab. 9 Behandlungsergebnis in Abhängigkeit zur Art des Bruches

	ideal	gut	genügend	ungenügend	Σ
Extensionsfraktur 1. es	1	1	0	0	2
Extensionsfraktur 2. es	2	7	1	0	10
Extensionsfraktur 3. es	1	5	1	0	7
Flexionsfraktur	0	1	0	1	2
Gesamt	4	14	2	1	21
%	19	66	10	5	100

Das Behandlungsergebnis in Abhängigkeit zur Art des Bruches ist in Tabelle 9 zusammengestellt. Danach war nur 1 Fall von 21 als ungenügend zu bezeichnen. Es handelte sich um eine der beiden Flexionsfrakturen.

Tab. 10 Abweichung des Cubitalwinkels der frakturierten Seite zur gesunden in Abhängigkeit zur Art des Bruches

	0-5°	5-10°	10-15°	>15°	Σ
Extensions- fraktur 1.°es	2	0	0	0	2
Extensions- fraktur 2.°es	7	0	3	0	10
Extensions- fraktur 3.°es	2	2	1	2	7
Flexions- fraktur	0	1	0	1	2
Gesamt	11	3	4	3	21
%	53	14	19	14	100

Die Abweichung des Cubitalwinkels der frakturierten Seite zur gesunden in Abhängigkeit zur Art des Bruches zeigt Tabelle 10 auf. Danach haben immerhin 4 Patienten (ca. 20 %) eine Abweichung von mehr als 10 Grad und 3 (ca. 15 %) mehr als 15 Grad.

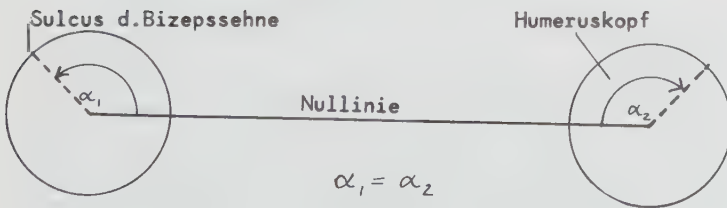
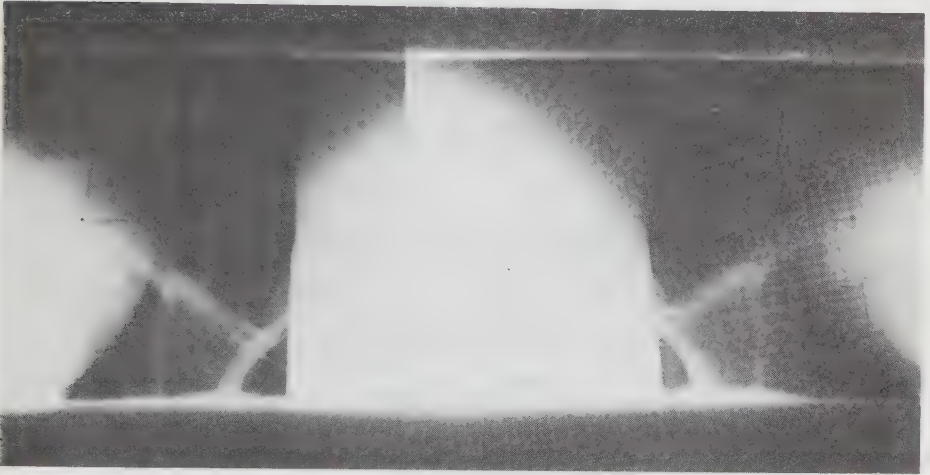
Subjektiv behindert durch den gebrochenen Arm fühlten sich 4 Patienten, 2 auf Grund der starken Varusstellung (1 x 13°, 1 x 22°) - jeweils nach einer Fraktur 3. Grades - und 2 Patienten durch eine verminderte Kraft im betroffenen Arm, wobei nur einer ein wirkliches Umfangsdefizit an Ober- und Unterarm aufwies.

Tab. 11 Gemessener Drehfehler an Hand der Aufnahme mit dem Rippstein-Gerät in Abhängigkeit von der Art des Bruches

	0-5°	5-10°	10-15°	15-20°	20-25°	Σ
Extensions- fraktur 1. es	0	1	0	1	0	2
Extensions- fraktur 2. es	3	2	3	2	0	10
Extensions- fraktur 3. es	1	3	1	1	1	7
Flexions- fraktur	0	1	0	0	1	2
Gesamt	4	7	4	4	2	21
%	19	33	19	19	10	100

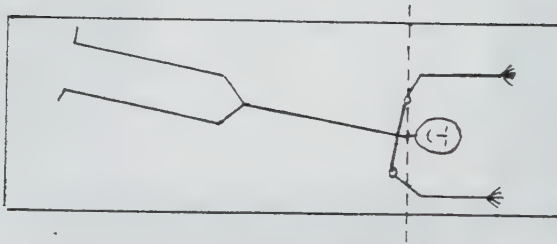
Wir glauben, daß es nicht zulässig ist, diese Ergebnisse zur Grundlage einer Aussage zu machen. Die Aufnahmetechnik mit dem Rippstein-Gerät zum röntgenologischen Nachweis dieser Drehfehler konnte leider nicht voll überzeugen, da sich bei dieser Technik leicht zum Teil gravierende Fehler einschleichen können. Mißtrauisch machten zunächst Frakturen ohne Dislokation und Drehfehler auch am Ende der Behandlung, die dann bei der Spätuntersuchung im Röntgenbild Rotationsfehler von über 15 Grad aufwiesen, die jedoch klinisch nicht verifizierbar waren. Die verschiedenen Fehlhaltungen der Patienten bei der Röntgenaufnahme wurden daraufhin mit Hilfe eines Skeletts nachvollzogen und schematisch dargestellt.

1. Korrekte Haltung im Rippstein-Gerät; Unterarme parallel, Ellbogen seitengleich, Schulterlage seitengleich.

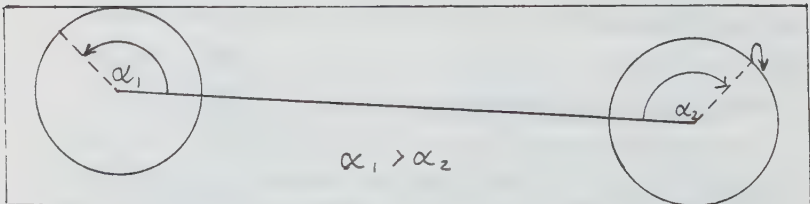


2. Korrekte Haltung beider Arme.

Der Patient liegt schief auf dem Röntgentisch oder drückt eine Schulter tiefer nach kaudal als die andere. Folge: Die Nulllinie wird verschoben, auf der einen Seite vergrößert sich der Winkel Alpha, auf der anderen Seite verkleinert er sich kompensatorisch. Der Sulcus dreht nach hinten ab und verprojiziert sich. Bei einer Schulterbreite von 30 cm und einer Lagedifferenz von nur 2 cm ergibt sich ein Meßfehler von 8 Grad (die Schulterbreite ergibt sich aus der Distanz der beiden Humerusköpfe).

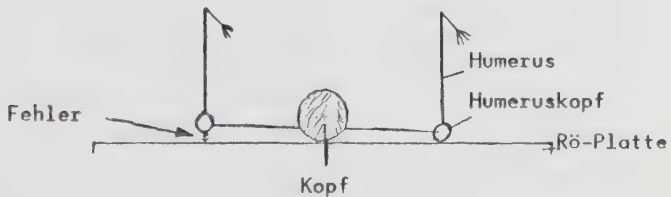


Schulter-Schiefstand

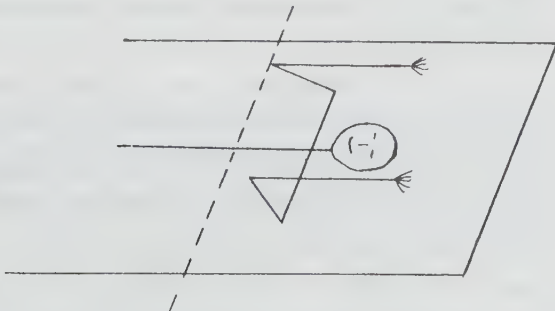


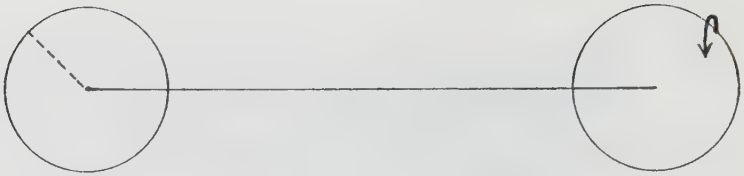
3. Korrekte Haltung der Arme bei nicht gleichmäßig aufliegenden Schultern (Femurköpfe) auf der Röntgenplatte. Folge: Liegt ein Humeruskopf nur 2 cm über dem Niveau des anderen - bei einer Schulterbreite von 30 cm - , ergibt sich daraus ein künstlicher Drehfehler von 8 Grad. Der höherliegende Humeruskopf rotiert nach außen, der niedrige nach innen. Bei einer geringeren Schulterbreite, z.B. bei Mädchen, vergrößert sich der Meßfehler entsprechend.

Ansicht von hinter dem Kopf des Patienten stehend

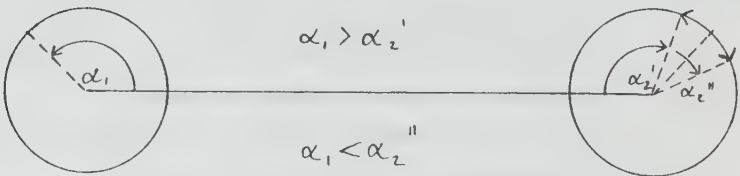
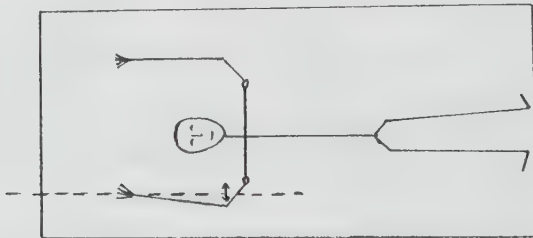


4. Unterarme parallel, Schulterlage seitengleich, ein Ellbogen in der Vertikalen um wenige cm nach kaudal verschoben. Folge: Durch die Rotation des Humeruskopfes nach vorn wird der tiefste Punkt des Sulcus verdeckt oder ganz überlagert, so daß ein Fixpunkt verlorenggeht. Die Ausmessung ist nicht mehr möglich.



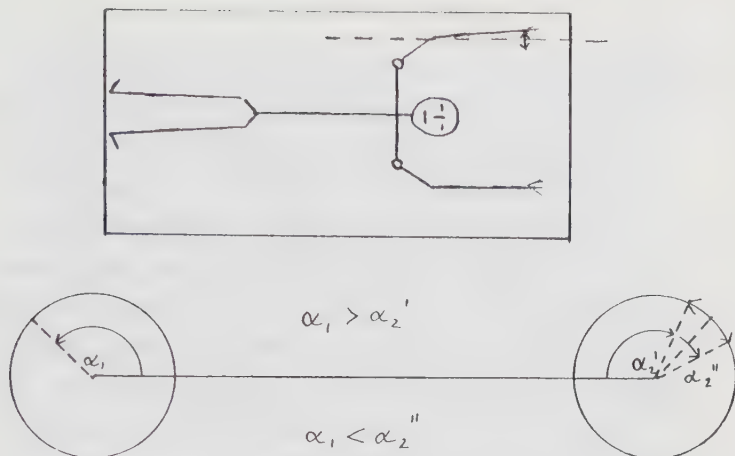


5. Unterarme nicht parallel, ein Ellbogen fällt um ca. 3 cm nach außen bei Seitengleichheit der Hände und der Schultern. Folge: Der Sulcus dreht nach innen und verursacht einen Meßfehler von etwa 5 bis 10 Grad (die Größe des Meßfehlers ist abhängig von der Länge des Humerus).



Ellbogen fällt nach innen, dadurch dreht der Sulcus nach außen.

6. Unterarme nicht parallel, Schulterlage seitengleich, Ellbogen seitengleich, keine Seitengleichheit der Hände.
Folge: Hand greift zu weit nach außen, dadurch dreht der Sulcus nach außen.



Hand greift zu weit nach innen, dadurch dreht der Sulcus nach innen. Hier ergibt sich ebenfalls wieder ein künstlicher Rotationsfehler, der über 5 Grad liegt, bei einer Fehlhaltung der Hände von etwa 3 cm.

Bei einer Vergesellschaftung mehrerer Fehlhaltungen im Rippstein-Gerät kommt es zur Addition der einzelnen Artefakte. Dies stellt eine nicht tolerierbare Fehlerquelle dar (größer als 10 Grad), um eine präzise Aussage über eventuell auch kleinere Drehfehler machen zu können. Sollte eine solche Methode zur routinemäßigen Anwendung kommen, müßten einige Verbesserungen am Rippstein-Gerät (exakt seitengleiche Fixierung beider Extremitäten und Schultern) durchgeführt werden, um obengenannte Fehlerquellen ausschalten zu können und einer ordnungsgemäßen Haltung des Patienten sicher zu sein. Zu bedenken wäre weiterhin, daß von einem nicht-narkotisierten, verängstigten Kind mit einer frisch reponierten, schmerzhaften Fraktur auch bei Röntgen-Kontrollaufnahmen die komplizierte Lagerung im Rippstein-Gerät kaum toleriert werden dürfte. Selbst von schmerzfreien Erwachsenen, die zur Nachuntersuchung erschienen, wurde diese Art der Röntgenaufnahme nur wider-

willig akzeptiert. Hinzu kommt der hohe Zeitaufwand zwischen korrekter Lagerung des Patienten und Aufnahme. Selbst wenn der Patient von der Röntgenassistentin in vorschriftsmäßige Stellung gebracht wird, geht diese bis zum Auslösezeitpunkt durch die unbequeme Haltung und die Ungeschicklichkeit des Patienten leicht wieder verloren. Nicht zuletzt ist diese Aufnahmetechnik recht zeitaufwendig und setzt viel Geduld der MTA und des Patienten voraus, besonders wenn unter Zeitdruck gearbeitet werden muß. Somit erscheint uns diese Aufnahmetechnik von Professor KOLLATH noch nicht ausgereift genug, um ihre routinemäßige Anwendung empfehlen zu können.

8. Diskussion

Die suprakondyläre Humerusfraktur gehört zu den häufigsten Frakturen im Kindesalter. Beschrieben werden in der Literatur u.a. Spätergebnisse, die 1 Jahr bis manchmal 10 Jahre zurückliegen. Bei unserem Klientel wurde konsequent darauf geachtet, nur solche Patienten nachzuuntersuchen, deren Knochenwachstum bereits abgeschlossen war und bei denen die Versorgung der Fraktur nicht operativ, sondern ausschließlich konservativ angegangen wurde. Die Zeitspanne zwischen Unfallgeschehen und Nachuntersuchung lag bei uns zwischen 10 und 20 Jahren. Zwischen den Jahren 1960 und 1970 erfüllten 57 Patienten diese Bedingungen, nach wiederholter Aufforderung unterzogen sich schließlich 21 Patienten der Nachuntersuchung, welche Grundlage für die in der vorliegenden Arbeit getroffenen Aussagen bildet.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war es zu prüfen, inwieweit Spätschäden wie Wachstumsstörungen, Achsen- und Drehfehlstellung, Funktionseinschränkungen und neurologisch auffällige Ereignisse nach kindlicher, suprakondylärer Humerusfraktur bei Ausgewachsenen persistieren oder spontan ausgeglichen werden. Alle angeführten 21 Patienten wurden in unserer Klinik von uns persönlich klinisch und röntgenologisch nachuntersucht und nicht durch sogenannte Fragebogen-Aktionen erfaßt.

Eine besondere Häufigkeit der Fraktur fiel bei den 7- bis 8-jährigen Kindern auf. Bei HOFMANN trat der Häufigkeitsgipfel zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr, bei SCHULZ/SURMELI, HOTHORN/HÜNICKE zwischen dem 6. und 10. und bei SAMINI/ABEL zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr auf. Der Grund für diese Altersverteilung wurde nicht näher untersucht, anatomische und physiologische Faktoren sind u.a. als ursächlich anzunehmen.

Übereinstimmend mit anderen Autoren zeigt auch unser Kollektiv, daß es bei Knaben weitaus häufiger zu dieser Fraktur kommt als bei Mädchen (WELLER und Mitarbeiter, SCHWENKE, MARKOS u.a.). Bei unserer Nachuntersuchung beobachteten wir bei 12 Knaben und 9 Mädchen diese für Kinder typische Fraktur.

Der linke Arm wird von der suprakondylären Humerusfraktur weitaus häufiger betroffen als der rechte. HIRTH et al. beschreibt das Verhältnis 61 : 42, WELLER et al. und TEUTSCH/SCHMIDT beschreiben beide ein Verhältnis von 2 : 1. Unserer Aufforderung zur Nachuntersuchung folgten jedoch hauptsächlich Patienten mit rechtsseitiger Fraktur (links 38 %, rechts 62 %). Es ist anzunehmen, daß dem

rechten Arm - meist der Arbeitsarm - weitaus mehr Bedeutung beigemessen wird seitens des Patienten als dem linken. Kleinere, funktionelle Störungen oder Schwächen werden wohl vom Patienten nach einem Trauma mit mehr Skepsis oder eventueller Angst bemerkt und beobachtet. Sicherlich gibt es noch weit mehr Begründungen für dieses Phänomen, was jedoch nicht eingehender untersucht wurde.

Zur Differenzierung der verschiedenen Dislokationsgrade erfolgte die Einteilung in Anlehnung an FELSENREICH. Somit zählen zu den Brüchen 1. Grades solche, die keine bzw. nur eine minimale Dislokation aufweisen. Eine Dislokation 2. Grades geht mit einer Verschiebung der Fragmente bis Schaftbreite und eine Dislokation 3. Grades mit einer Verschiebung um mehr als Schaftbreite ohne bestehenden Fragmentkontakt einher. Bei den 21 Nachuntersuchten handelt es sich um 19 Extensions- und 2 Flexionsfrakturen, davon sind 2 Extensionsfrakturen ohne Dislokation, 10 Extensionsfrakturen 2. Grades, 7 Frakturen 3. Grades und 2 Flexionsfrakturen 3. Grades anzuführen. Auch im Krankengut aller anderen Autoren überwiegen eindeutig die Frakturen vom Extensionstyp, z.B. BLOUNT in der Relation 99 Extensionsfrakturen zu 1 Flexionsfraktur, BAUMANN 90 zu 10, MAGERL/ZIMMERMANN 62 zu 3. Die Ursache für das Überwiegen der Extensionsfrakturen liegt im Unfallmechanismus. Die meisten Patienten stürzen auf die reflektorisch ausgestreckten Arme, selten bleiben diese angewinkelt.

Zur Ruhigstellung der nicht-dislozierten Brüche benutzte man den Gipsverband. Die Drahtextension fand bei beiden Flexionsfrakturen 3. Grades ihre Anwendung. Des weiteren

wurden 4 der 7 Extensionsfrakturen 3. Grades und 1 Extensionsfraktur 2. Grades durch Extension versorgt. 10 Extensionsbrüche 2. Grades und 4 Extensionsbrüche 3. Grades konnten im Oberarmgips fixiert werden. Das Verhältnis nur Gips ohne Extension zu Extension beträgt 2 : 1.

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betrug bei den in Gips fixierten Brüchen 18,7 Tage und unter Drahtextension 38 Tage.

Ordnungsgemäß reponierte Frakturen bei Kindern heilen in der Regel rascher und problemloser als beim Erwachsenen (RAHMAHZADEH et al.), es sei denn, es ist die Epiphysenfuge mitbetroffen. Pseudarthrosen sind selten (RAHMAHZADEH et al.). Achsenfehlstellungen werden durch das Längenwachstum in Zusammenarbeit mit den Kräften der funktionellen Anpassung in gewissem Grade ausgeglichen (RAHMAHZADEH et al., SCHNEIDER/HOFMANN). Nach Epiphysenfugen kreuzender Fraktur wird der vorzeitige, partielle Verschuß erwartet mit bis zum Wachstumsstopp zunehmendem Fehlwachstum. Ursächlich für den posttraumatischen Cubitus varus auch bei fugennahen Frakturen kommt entweder eine radiale Stimulation der distalen Humerusfuge (BLOUNT, HOFMANN, ZIMMERMANN) oder eine passagere Hemmung im ulnaren Teil (BAUMANN, HÖLLWARTH) in Frage, für eine Hypervalgisierung hingegen wieder eine ulnare Stimulation (BAUMANN, SMITH u.a.) oder der vorzeitige Fugenschluß (BAUMANN, BLOUNT u.a.).

Röntgenologisch ergab sich bei dem eigenen Krankengut bei seitenvergleichender Ausmessung der Cubitalwinkel in 52,4 % eine Abweichung vom physiologischen Cubitus valgus des Ellbogens, die bis 5 Grad groß war. Weitere 14,3 % wiesen eine Veränderung von 5 bis 10 Grad auf, 19 % 10 bis 15 Grad und 14,3 % (3 Patienten) größer als 15 Grad. In nur 3 Fällen kam es zu einer Hypervalgisierung (2 x bis 5 Grad, 1 x zwischen 5 und 10 Grad), alle anderen Ellbogen veränderten sich im Varussinne, wobei 30 % der Patienten einen echten Cubitus varus boten, während es sich bei den übrigen nur um eine Verringerung des physiologischen Cubitus valgus handelte.

Eine Epiphysenfugen kreuzende Fraktur lag bei 3 Patienten vor, 2 von diesen wiesen eine Winkeldifferenz von über 15 Grad auf. Vergleicht man die Röntgenaufnahmen zu Behandlungsende mit den nach Wachstumsabschluß angefertigten Aufnahmen, kann man in keinem Fall sicher von einer Verschlechterung der damals bestehenden Achsenfehlstellung während der Knochenreifung sprechen. Dies ist eher mit der Theorie von BAUMANN und MUTSCHER/SCHOLZ zu vereinbaren, da die Ursache für die Achsenverschiebung eine ungenaue Reposition, meist aber eine unzureichende Ruhigstellung darstellt und es somit zu einer sekundären Varuskipfung des distalen Fragmentes bei einer Innenrotationsfehlstellung als Erscheinungsbild des Cubitus varus kommt.

In 76 % der Fälle war auf der Röntgenaufnahme kein Hinweis mehr auf eine vorangegangene Knochenverletzung zu erkennen. Da nach VON LAER die distale Humerusfuge nur zu 20 % am

Längenwachstum des Humerus beteiligt ist, war auch bei unserem Krankengut kein gravierendes Mehrwachstum zu erwarten, d.h. bei einer Humeruslänge von z.B. 30 cm höchstens ± 3 cm. In unserem Kollektiv war die Differenz maximal 2 cm, durchschnittlich 1,4 cm und betraf 7 Patienten (33 %), bei denen durch Stimulation der Epiphysenfuge nach Gewalteinwirkung die Differenz im Verlauf des Wachstums nicht mehr ausgeglichen werden konnte. Eine Verkürzung des traumatisierten Armes wurde 2 x festgestellt (1 x 1 cm, 1 x 2 cm).

Nach Ansicht einiger Autoren (SANEI, MUTSCHER/SCHOLZ, BAUMANN u.a.) sind Rotationsfehler bei der Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse sicher zu vermeiden. Röntgenologisch ist ein Drehfehler an der vorstehenden Nase des proximalen Fragmentes und der unterschiedlichen Breite der Fragmente zu erkennen. Wie schon oben erwähnt, kann auch dadurch eine Achsenfehlstellung eintreten (BAUMANN). Des weiteren kann er für ein mögliches knöchernes Beugehindernis durch das vorstehende proximale Fragment bei Extensionsfrakturen verantwortlich gemacht werden. Bei unserem Krankengut kam es nach nicht exakter Reposition bzw. sekundärer Dislokation in 16 Fällen zur Bildung eines metaphysären Sporns auf der volaren Seite des distalen Humerus. Auf den bei Behandlungsabschluß durchgeführten Röntgen-Kontrollaufnahmen war darüber hinaus bei allen Patienten eine mäßige bis mittelgradige Verplumpung durch An- und Abbau des Knochens an der frakturierten Stelle sichtbar, die jedoch ebenso wie der metaphysäre Sporn in keinem der Fälle zur Zeit der Nachuntersuchung noch sichtbar war. Trotz des sicheren Nachweises (16 Fälle) einer

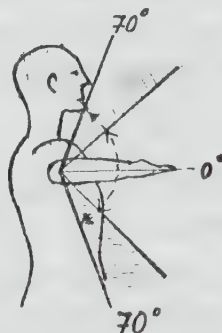
mehr oder weniger starken Verdrehung durch die "Nase" bei Behandlungsende, die durch das proximale Fragment gebildet wird, konnte zur Zeit der Nachuntersuchung bei nur 2 Patienten ein Drehfehler klinisch in Form einer mäßigen Einschränkung der Außenrotation und kompensatorisch verstärkter Innenrotation im Schultergelenk festgestellt werden.

Diese Untersuchung geht folgendermaßen vor sich:

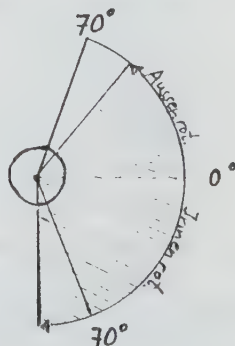
Der Patient abduziert den Oberarm bis zur Horizontalen und winkelt den Unterarm um 90 Grad an.

Anschließend dreht er den Unterarm im Sinne der Innen- bzw. Außenrotation

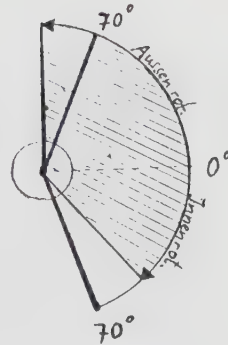
um die Achse des Humerus. Die Beweglichkeit wird vergleichend mit der Gegenseite gemessen. Handelt es sich um eine funktionelle Bewegungseinschränkung auf einer Seite, so ist diese konzentrisch.



Ist jedoch nach suprakondylärer Humerusfraktur das distale Fragment mit einem persistierenden Innendrehfehler knöchern verheilt, so ist eine exzentrische Bewegungseinschränkung der Oberarmrotation im Sinne einer verstärkten Innenrotation und einer kompensatorisch verringerten Außenrotation zu erwarten.



Bei einem nach außen gedrehten distalen Fragment tritt das entgegengesetzte Phänomen auf: verringerte Innenrotation bei verstärkter Außenrotation.



Die Bewegungseinschränkung lag bei unseren beiden Patienten exzentrisch. In einem Fall handelte es sich um eine Extensionsfraktur 3. Grades, die ohne Achsenfehlstellung verheilte. Die Außenrotation war um 10 Grad eingeschränkt, die Innenrotation um 10 Grad verstärkt, hierbei haben wir es mit einem Innendrehfehler zu tun.

Bei dem anderen Patienten lag eine Flexionsfraktur 3. Grades mit einer Hyperválgisierung von 6 Grad vor. Die Außenrotation des betroffenen Armes war um 15 Grad vergrößert, die Innendrehung um 10 Grad vermindert, was einem Außendrehfehler entspricht.

Die Flexion im Ellbogen war bei 62 % (13 Patienten) der Patienten seitengleich, bei 33 % (7 Patienten) bis zu 10 Grad, bei 5 % (1 Patient) bis zu 15 Grad eingeschränkt. Eine mäßige Beugehemmung bis zu etwa 5 Grad kann unabhängig

von ossären Hindernissen auch auf Grund erhöhter Muskelmassen des Arbeitsarmes, besonders bei Männern, vorge-täuscht werden.

Bei 1 Patienten lag eine Streckhemmung von 10 Grad vor. Dies spricht für eine Abflachung der Fossa olecrani. 3 Patienten konnten ihr Ellbogengelenk bis zu 10 Grad vermehrt überstrecken (davon 2 Flexionsfrakturen). Bei allen 3 Patienten besteht gleichzeitig eine um 10 Grad verminderte Flexionsfähigkeit, was für eine posttraumatisch bleibende Abwinkelung des distalen Fragmentes nach dorsal spricht.

Da der Arm nur geringer, statischer Belastung ausgesetzt ist, konnte auch das von DAUM und Mitarbeitern erwartete vorzeitige Sekundär-Arthrose-Risiko bei keinem Patienten im Rahmen unserer Spätuntersuchung verifiziert werden. Fehlstellungen im Ellbogenbereich stellen mehr oder weniger ein kosmetisches Problem dar, zumal Bewegungseinschränkungen minimal und eine objektive Schwäche selten zu beobachten sind. 2 Patienten wiesen ein Weichteildefizit von mehr als 2 cm am Oberarm und 1 x am Unterarm nach einer Fraktur 3. Grades auf; 1 x bei einer Fraktur 2. Grades am Oberarm. Neurologische Störungen konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei keinem der Patienten erfaßt werden.

9. Zusammenfassung

Zwischen den Jahren 1960 bis 1970 wurden in den Städtischen Kliniken Wiesbaden 57 Kinder mit suprakondylärer Humerusfraktur stationär konservativ behandelt. Davon konnten 21 Patienten in der Klinik klinisch und röntgenologisch nachuntersucht werden. Bei allen Patienten war das Skelettwachstum inzwischen abgeschlossen. Die Zeitspanne zwischen Unfall und Nachuntersuchung betrug minimal 10,5 Jahre und maximal 20,6 Jahre. 19 Patienten wiesen eine Extensionsfraktur und 2 eine Flexionsfraktur auf. Von den 19 Extensionsfrakturen waren 2 nicht disloziert, 10 bis Knochenbreite und 7 über Knochenbreite verschoben. Beide Flexionsfrakturen waren um mehr als Knochenschaftbreite disloziert. Das Verhältnis Gips zu Extension bei der Ruhigstellung der Frakturen verhielt sich 2 : 1. Die stationäre Aufenthaltsdauer war bei den extendierten Brüchen deutlich länger (38 Tage) als bei den nur in Gips ruhiggestellten (18,7 Tage).

In 86 % der verbliebenen Fehlstellungen kam es zu einer Varisierung des betroffenen Ellbogengelenks, 14 % wiesen eine Vergrößerung des physiologischen Cubitus valgus auf. Bei den 21 nachuntersuchten Patienten war nur bei einer der beiden Flexionsfrakturen ein ungenügendes Spätergebnis festzustellen. Ein verstärktes Fehlwachstum in größerem Umfang nach knöcherner Konsolidierung war nicht nachweisbar, allerdings waren die alten Vergleichsaufnahmen für feinere Unterschiede nicht verwertbar. In 76 % der Fälle waren röntgenologisch keinerlei Residuen einer alten Fraktur in Form einer Verplumpung oder Strukturverdichtung des Knochens mehr sichtbar.

Mögliche Rotationsfehler sollten mit Hilfe einer von Professor KOLLATH entwickelten Röntgenmethode im Rahmen dieser Spätuntersuchung objektiviert werden. Da diese Methode jedoch von der Klinik stark abweichende Werte ergab, wurde sie am Modell unter kontrollierten Bedingungen überprüft. Dabei ergab sich eine so hohe Fehlerbreite, daß sie als Meßmethode nicht verwendet werden konnte. Ein metaphysischer Sporn als Zeichen eines Drehfehlers konnte bei 16 Patienten am Ende der Behandlung nachgewiesen werden. Nach Abschluß des Skelettwachstums war in keinem der Fälle eine solche "Nase" mehr erkennbar. Lediglich 2 Patienten zeigten bei der klinischen Prüfung einen geringen, objektivierbaren Drehfehler.

Sekundär-arthrotische und neurologische Ausfallerscheinungen waren auch 10 bis 20 Jahre nach dem Trauma in keinem der Fälle nachweisbar. Trotz anatomisch nicht ganz befriedigender Verhältnisse bei einigen Patienten wiesen auch diese ein gutes, funktionelles Ergebnis auf.

Entsprechend der Einteilung MORGER's (Seite 33) verheilte 19 % (4 Patienten) in Restitutio ad integrum ohne jegliche Einschränkung, davon 1 Fraktur 1. Grades, 2 Frakturen 2. Grades und 1 Fraktur 3. Grades. Ein gutes Ergebnis erreichten 66 % der nachuntersuchten Patienten, zu denen auch solche Fälle gezählt wurden, die eine minimale Verringerung des physiologischen Cubitus valgus von 1 - 2 Grad aufwiesen, was jedoch nach Ansicht von MUTSCHER und SCHOLZ als physiologische Seitenasymmetrie aufgefaßt werden kann (1 Fraktur 1. Grades, 7 Frakturen 2. Grades, 5 Frakturen 3. Grades und 1 Flexionsfraktur 3. Grades). Ein genügendes Ergebnis

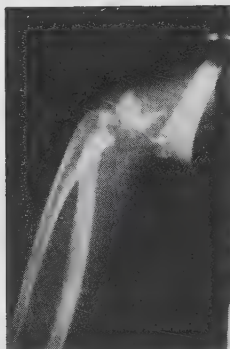
trat einmal bei einer Fraktur 2. Grades und einmal bei einer Fraktur 3. Grades auf. Eine Flexionsfraktur mit starker Dislokation konnte nur als ungenügend eingestuft werden, da die Patientin einen Cubitus varus von ca. 30 Grad aufwies, die Flexion und Streckung war jedoch noch relativ frei (bis 15 Grad eingeschränkt). Eine Korrekturosteotomie wurde auf Grund der Nachuntersuchung durchgeführt.

Insgesamt bestätigen unsere Befunde die Auffassung DAUM's et al., daß trotz nicht optimaler Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse das funktionelle Endergebnis nahezu immer als gut bis sehr gut anzusehen ist.

A n h a n g

P.J., 5 Jahre

a



a. Extensionsfraktur 3. Grades rechts mit starker Dislokation des distalen Fragments nach dorsal. Versorgung der Fraktur durch Drahtextension.

b. und c.

7 Wochen nach dem Unfall. Die Seitenaufnahme zeigt einen deutlichen Drehfehler mit volarem Vorspringen des distalen Endes des oberen Fragments.

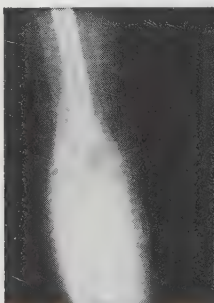
d. und e.

13 Jahre nach dem Unfall: Der Sporn ist im Röntgen-Bild nicht mehr nachweisbar. Kubitalwinkel: seitengleich, rechts und links 5° valgus. Klinisch: Außenrotation im Schultergelenk rechts um ca. 10° eingeschränkt, Innenrotation um ca. 10° verstärkt.

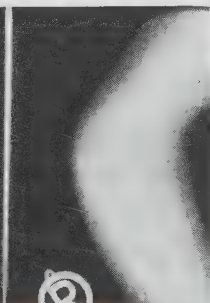
f. und g.

Aufnahmen der gesunden Gegenseite.

b



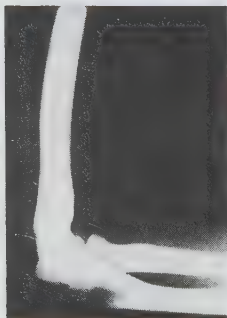
c



d



e



f



g



Thema: SUPRACONDYLÄRE HUMERUSFRAKTUR IM KINDESALTER

(Befund nach Abschluß der Wachstumsphase)

Name: Geschlecht:

Geburtsdatum: Unfallalter: Jahre

Monat u. Jahr:

Anamnese:

Art des Unfalls: Spiel (), Sport (), Verkehr (),

Sonstiges (), keine Angaben ().

Unfallmechanismus: Sturz auf Arm (), Ellenbogen (), Hand (),

keine Angaben ().

Aufnahmebefund:

Klinisch: Armbruch rechts (), links (), beidseitig ().

Fraktur: geschlossen (), offen 1.(), 2.(),

3.() Grades.

Durchblutung: blaß (), anämisch (), zyanotisch ().

Ödem d. abhängigen Partien (), Volkmann'sche

Ischämie ().

Neurologische Ausfälle: keine (), Verletzung des

N. radialis (), N. medianus (), N. ulnaris (),

ohne genaue Angaben ().

Röntgenologisch: Frakturtyp: Extensions-F. (), Flexions-F. (),

Trümmer-F. ().

Grad der Dislokation:

Epiphysenfugenbeteiligung: ja (), nein ().

Nebenverletzungen: keine (), Abriß d. Epic.uln. (), Epic.rad. (),

d.Condylus uln. (), d.Cond.rad. (), Ellbogen-

luxation (), Gelenkfraktur ().

Begleitverletzungen: Comotio cerebri (), sonst.mult.Verletzungen ().

Therapie: a) Zeit nach Unfall (Std), nach Aufnahme (Tg. Std.

b) Extension (), Gips gespalten (),

Bohrdraht (), Osteosynthese ().

Verlauf: Ohne Komplikation (), Wundkomplika- tion (),
Neurol. Ausfälle (), Durchblutungsstörungen (),
starkes Ödem (), Volk. Ischämie (),
Entfernung des Gipses (), Nachreposition ().
Dauer d. Ruhigstellung: Tage
Dauer d. stat. Behandlg.: Tage ohne Begleit-
verletzung
Dauer d. stat. Behandlg.: Tage mit Begleit-
verletzung
Dauer d. ambulanten Behandlung: Tage
Vorstationäre Behandlung außerklinisch ().

Letzter Befund: Baumann-Winkel °, seitl. Achsenknickung valgus (),
varus (), Rotationsstörung ().

Nachbehandlung: Keine (), Massage (), K-Gymnastik (),
Elektrotherapie ().

Dauer der Nachbehandlung: Wochen.

Nachuntersuchung: Monate nach Unfall, Datum:
Rechtshänder (), Linkshänder ().

Beschwerden: Keine (), Behinderung (),
Schwäche des Armes (), keine ().

Befund äußerl.: Verkürzung des Armes cm.
Normal (), auffällig (), entstellt (),
Achsenknickung valgus (), varus ().

Beweglichkeit: Schultergelenke
Arm seitw./körperw. (), Arm rückw./vorw. (),
Arm ausw./einw. drehen (Oberarm anlieg.) (),
Arm ausw./einw. (Oberarm 90° seitw.abgeh.) ().
Ellbogengelenke
Streckung/Beugung: re.°, li.°
Unterarmrotation:
Supination: Pronation:

Handgelenke

Dorsalflexion:

Palmarflexion:

Radialabduktion:

Ulnarabduktion:

Faustschluß:

Fingerstreckung:

Umfangmaße bei

hängendem Arm: Oberarm (15 cm ob. äuß.Oberarm-Kn.) Diff.cm

Unterarm (10 cm unt.äuß.Oberarm-Kn.) Diff.cm

Handgelenke:

Mittelhand:

Sensibilitätsstörung: Keine (), ja, seit (), im Radiusbereich (),
Medianusbereich (), Ulnarisbereich ().

Schmerzensgeld (), Entschädigung (), Rente (), Berufswahl beeintr.().

Röntgenbefund:

- Baumann, E.: Ellbogen in: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre, hrsg.v.H. Nigst Bd. 2, 1
Stuttgart (1965) 1-234.
Wirkliche und vermeintliche
Wachstumsstörungen nach kindlichen
Ellbogenbrüchen, Helv.chir.
Acta 26 (1959) 577-582.
- Blount, W.P.: Knochenbrüche bei Kindern
Thieme, Stuttgart, 1957.
- Blount, W.P./ Schulz, J./
Cassidy, R.H.: Frakture of the elbow in children
J.Amer.med.Ass. 146 (1951) 699 ff.
- Böhler, J.: Gedeckte Osteosynthese mit Bohr-
drähten bei stark verschobenen,
kindlichen, supracondylären Humerus-
frakturen, Arch.klin.Chir. 304
(1963) 517-518.
- Böhler, L.: Die Technik der Knochenbruch-
behandlung, 12.-13. Aufl., Bd. I.
Wien: Maudrich 1951.
Behandlung der supracondylären
Humerusfraktur bei Kindern und
Jugendlichen, Mschr. Unfallhk. 64
(1961) 1-14.
- Bulle, G.: Beitrag zur Behandlung d. supra-
condylären Humerusfr. bei Kindern,
Bruns Beitr.klin.Chir. 218 (1971)
646-650.
- Daum, R./ Hecker, W.Ch./
Rüter, E./ Otto, H.: Die distalen Humerusfrakturen im
Kindesalter unter besonderer
Berücksichtigung von Spätergebnissen,
Mschr.Unfallhk. 69 (1966) 305-313.
- Ehalt, W.: Verletzungen bei Kindern und
Jugendlichen; Enke, Stuttgart, 1961.
- Ekesparre, v.W.: Die Behandlung der suprakondylären
Humerusfraktur im Kindesalter,
Dtsch.med.J. 9 (1958) 168-173.

- Felsenreich, F.: Behandlungsergebnisse nach schweren suprakondylären Oberarmbrüchen der Kinder im "gefensterten Thorax-Armgips", Chirurg 8 (1936) 128-133.
- Hagen, R.: Zur Behandlung der supracondylären Humerusfraktur beim Kind, Chirurg 39 (1968) 414-417.
- Henningsen, B.: Zur Prophylaxe der Myositis ossificans traumatica localisata nach Ellbogenverletzungen im Kindes- und Jugendalter, Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 73-76.
- Hirt, H.-J./ Vogel, W./ Reichmann, W.: Die suprakondyläre Humerusfraktur im Kindesalter, Münch.med.Wschr. 118 (1976) 705-708.
- Höllwarth, M./ Hausbrandt, D.: Zweiteingriffe nach supracondylären Humerusfrakturen, Z. Kinderchir. 23 (1978) 218 ff.
- Hördegen, K.M.: Neurologische Komplikationen bei kindlichen, suprakondylären Humerusfrakturen, Arch.orthop.Unfall-Chir. 68 (1970) 294-307.
- Hofmann, S.: Die Fraktur des Condylus radialis humeri im Kindesalter, Chir.Prax. 9 (1965) 405 ff.
- Hofmann, V.: Zur Behandlung der supracondylären Humerusfrakturen im Kindesalter, Zbl. Chir. 93 (1968) 1678-1687.
- Hothorn, W./ Hünicke, H.: Konservative Behandlung kindlicher, suprakondylärer Humerusfrakturen, Zbl.Chir. 101 (1976) 1611-1613.
- Huetlin, J.: Die Behandlung der ellbogengelenksnahen Humerusfraktur im Kindesalter, Münch.med.Wschr. 117 (1975) 416.
- Jahna, H.: Behandlungs- und Nachuntersuchungsergebnisse von 100 konservativ behandelten, stark verschobenen, kindlichen, supracondylären Oberarmbrüchen, Verh.dtsch.orthop.Ges. 90 (1958) 379 ff.

- Jesserer, H.: Myositis ossificans, Med. Klin. 55
(1960) 2185-2190.
- Kollath, J.: Die röntgenologische Diagnostik der
Ellbogenverletzung, Vortrag, Unfallmed.
Tagung in Mainz am 18./19. Okt. 1980.
- Künzli v., H.F.: Zur operativen Behandlung der Ellbogen-
frakturen, Med. Diss. Basel 1961.
- Laer v., L.: Posttraumatische Wachstumsstörung am
kindlichen Ellbogen, Mschr. Unfallhk. 84
(1981) 101-108.
- Lange, M.: Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie,
Bd. III, Enke, Stuttgart, 1960.
- Magerl, F.: Suprakondyläre Korrekturosteotomien am
Humerus bei Erwachsenen,
Z. Unfallmed. Berufskrankh. 2 (1973) 87 ff.
- Magerl, F./
Zimmermann, H.: Suprakondyläre Humerusfrakturen in:
Die Frakturbehandlung bei Kindern und
Jugendlichen, hrsg.: Weber, B.G.,
Brunner, C., Freuler, F., Berlin, Heidel-
berg, New York: Springer 1978.
- May, E.: Ergebnisse der konservativen Behandlung
suprakondylärer Humerusfrakturen des
Kindesalters, Chirurg 32 (1961), 265-271.
- Meissner, H.: Kinderchirurgische Erkrankungen, Leipzig
1965.
- Molitor, H.: Die supracondyläre Humerusfraktur im
Kindesalter, Med. Diss. Mainz 1971.
- Morger, R.: Frakturen und Luxationen am kindlichen
Ellbogen, Karger, Basel 1965.
- Morkos, N.: Konservative Behandlung der supracondylä-
ren Humerusfraktur im Kindesalter mit dem
BLOUNT'schen Verband, Zbl. Chir. 94
(1969) 565-569.
- Mutscher, K./
Scholz, O.: Konservative Behandlung suprakondylärer
Humerusfrakturen unter Berücksichtigung
unterschiedlicher Immobilisationsmethoden,
Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 422-431.

- Noodt, H.: Typische Frakturen am kindlichen Ellbogengelenk und ihre Behandlung, Med. Welt 32 (1981) 284-287.
- Rahmanzadeh, R./ Hahn, F./ Faensen, M.: Versorgung von Frakturen und Extremitätenverletzungen beim polytraumatisierten Kind, Diagnostik und Intensivtherapie 14 (1981) 343 ff.
- Rehbein, F./ Hofmann, S.: Knochenverletzungen im Kindesalter, Arch. Klin. Chir. 304 (1963) 539-562.
- Riess, J.: Der suprakondyläre Oberarmbruch in: Ehalt, W.: Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen, Enke, Stuttgart, 1961.
- Samini, P./ Abel, R.: Ergebnisse der konservativen Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter, Mschr. Unfallhk. 69 (1966) 313-319.
- Sanei, M.: Konservativ bzw. operativ behandelte, ellbogengelenksnahe Brüche im Kindesalter, Münch. med. Wschr. 119 (1977) 185-188.
- Schink, W.: Die Fractura supracondylica humeri und die ischämische Kontraktur im Kindesalter, Chirurg 39 (1968) 417-424.
- Schneider, H./ Hofmann, S.: Suprakondyläre Oberarmbrüche und Unterarmfrakturen als Kombinationsverletzung beim Kind, Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 299-303.
- Schulz, A./ Surmeli, J.: Zur Behandlung der suprakondylären Humerusfraktur mit der Doppeldrahtextension, Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 304-306.
- Schweizer, P.: Knochenbruchbehandlung im Kindesalter in: Koslowski, L., Irmer, W., Bushe, K.-A., Lehrbuch der Chirurgie, Schattauer, Stuttgart-New York 1978.
- Schwenke, K.: Unsere Erfahrungen bei 71 mit gekreuzten Bohrdrähten versorgten, supracondylären Humerusfrakturen, Mschr. Unfallhk. 71 (1968) 221-228

- Seewald, H.: Rush-pinnung kindlicher, supracondylärer Humerusfrakturen, Zbl. Chir. 96 (1971) 468-480.
- Simon, H.: Die Extensionsfrakturen des unteren Humerusendes im Kindesalter und ihre Behandlungsergebnisse, Arch.orthop. Unfallchir. 49 (1957/58) 150-168.
- Smith, F.M.: Surgery of the elbow, Philadelphia, London, Toronto: Saunders 1972.
- Smith, L.: Deformity following supracondylar fractures of the humerus, J. Bone Jt. Surg. 42A (1960) 235 ff.
- Teutsch, W./ Schmidt, H.: Supracondyläre Humerusfrakturen bei Kindern, Zbl. Chir. 92 (1967) 2874-2880.
- Viernstein, K.: Die Behandlung schlecht verheilten, supracondylärer Ellbogenfrakturen im Jugendalter, Zschr. Orthop. 88 (1957) 362-371.
- Viernstein, K./ Jantzen, P.M.: Die Behandlung supracondylärer Frakturen im Kindesalter, Zschr. Orthop. 88 (1957) 198-219.
- Watson-Jones: Fractures and Joint Injuries, 5th Ed., Fd. II. Edinburgh, London and New York: Churchill Livingstone 1976.
- Weller, S./ Koslowski, L. / Rötzel, J.: Die supracondyläre Humerusfraktur im Kindesalter, Med. Welt 1965, 831-835.
- Wense, G.: Ergebnisse der Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen bei Kindern, Arch. orthop. Unfallchir. 49 (1957/58) 355-360.
- Wustmann, O.: Die Chirurgie des Ellbogengelenkes, Berlin 1954.
- Zimmermann, H.: Ellbogenbrüche in: Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen, hrsg.: Weber, B.G., Brunner, C., Freuler, F., Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1978

12. Lebenslauf

Am 12.05.56 wurde ich als Sohn des Arztes Dr. Theo Wille und seiner Ehefrau Sigrid, geborene Ludwig, in Frankfurt am Main geboren.

Von 1963 bis 1967 besuchte ich die Grundschule in Bad Schwalbach, anschließend das Leibnizgymnasium in Wiesbaden. Dort erlangte ich im naturwissenschaftlichen Zweig 1975 die allgemeine Hochschulreife. Ab Oktober desselben Jahres studierte ich ein halbes Jahr Biologie an der Universität in Lüttich/Belgien.

Eine MTA-Ausbildung mit dem Abschluß zum med.-techn. Laboratoriumsassistenten absolvierte ich in Heidelberg in der Zeit von April 1976 bis Oktober 1977.

Meine Zulassung zum Medizinstudium erfolgte im April 1977 für die Hochschule Düsseldorf. Nach 2 Semestern wechselte ich zur Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz. Nach dem praktischen Jahr in Koblenz am Lehrkrankenhaus Kemperhof legte ich im 12. Hochschulsesemester die schriftliche und mündliche Prüfung des 3. Staatsexamens ab.

Die Approbation als Arzt erhielt ich am 11. Mai 1983.

Seit dem 15.5.1983 bin ich im Kreiskrankenhaus Eltville in der chirurgischen Abteilung als Assistenzarzt beschäftigt.

Am 7. Oktober 1983 heiratete ich meine Ehefrau Stefanie, geborene Vogel.

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. F. Schauwecker
für die Überlassung des Themas und für die
wertvollen Hinweise und Ratschläge bei der
Anfertigung meiner Arbeit.

